

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS NA IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS DE
DESEMPENHO DAS OFERTAS PÚBLICAS INICIAIS

CURITIBA

2015

LUCAS RUBINO CORREIA

UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS NA IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS DE
DESEMPENHO DAS OFERTAS PÚBLICAS INICIAIS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à pós graduação em
Contabilidade e Finanças, setor de
Contabilidade, Universidade Federal do
Paraná, como requisito para obtenção do
título de especialista em Contabilidade e
Finanças

Orientadora: Prof.^a Dra. Simone Bernardes
Voese

CURITIBA

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente aos meus pais, Rubens e Isabel, pelo apoio e confiança em todos os momentos que precisei. Agradeço pelos esforços e pela sustentação que sempre me deram, isso foi essencial para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. A eles o meu eterno obrigado, respeito e admiração.

À minha família por toda a torcida e apoio ao longo dessa longa e difícil jornada. Muito obrigado por todo o carinho e respeito.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

O lançamento de ações é conhecido como Ofertas Públicas Iniciais (IPO, do inglês *Initial Public Offering*) e tem como objetivo captar recursos para a empresa ou por alavancagem. De 2004 até 2014, 152 companhias ingressaram no mercado de capitais trazendo com elas uma modalidade de investimento com muitas oportunidades de rentabilidade. A grande restrição do investimento em IPO é a não existência de um histórico de desempenho na bolsa de valores e a ausência de informações acerca da empresa. Diante disso, o trabalho proposto teve como objetivo a utilização de redes neurais para a identificação de tendências de retorno no primeiro dia de pregão. Foi desenvolvida uma topologia de Rede Neural dentro do software MATLAB® para a realização de análises. Foi estudado o desempenho de 16 conjuntos de dados, que diferem entre si pelas categorias de parâmetros de entrada utilizados e pela utilização ou não de números binários. Os resultados foram analisados e um modelo de Rede com duas camadas ocultas foi proposto. Por fim, foi realizada uma simulação comparando o desempenho de dois investimentos realizados através da metodologia das redes com dois investimentos sem nenhuma metodologia de investimento aplicada.

Palavras-chave: Oferta Pública Inicial (IPO), Redes Neurais Artificiais, auxílio a tomada de decisão

ASTRACT

The IPO aims to raise funds for the company or for reasons of leverage. From 2004 until 2014, 152 companies entered in the capital market bringing with them a form of investment with many opportunities for profitability. The major constraint on investment in IPO is lack of a track record in the stock market and the information lack about the company. Thus, the proposed work aimed at the use of neural networks to identify trends return on the first day of trading. A neural network topology within the MATLAB® for the analysis has been developed. It was studied the performance of 16 sets of data, but which differ from the categories of input parameters used and the use or not of binary numbers. The results were analyzed and a network model with two hidden layers was proposed. Finally, we performed a simulation comparing the performance of two investments made through the methodology of the networks with two investments with no applied investment methodology.

Key words: Initial Public Offering (IPO), Neural Network, assist investor decision make.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FUNCIONAMENTO DO MERCADO FINANCEIRO	17
FIGURA 2 - FUNCIONAMENTO DO MERCADO DE CAPITAIS	19
FIGURA 3 - SEQUÊNCIA DO PROCESSO CONTÁBIL	31
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO EM DIAGRAMA DOS BLOCOS DO SISTEMA NERVOSO	41
FIGURA 5 - COMPONENTES DO NEURÔNIO BIOLÓGICO	42
FIGURA 6 - SINAPSE ENTRE NEURÔNIOS	43
FIGURA 7 - MODELO NÃO LINEAR DE UM NEURÔNIO	44
FIGURA 8 - FUNÇÕES DE ATIVAÇÃO	46
FIGURA 9 - REDE DE CAMADA ÚNICA	48
FIGURA 10 - REDE DE VÁRIAS CAMADAS	49
FIGURA 11 - REDE RECORRENTE COM APENAS UM NEURÔNIO	50
FIGURA 12 - APRENDIZADO SUPERVISIONADO	52
FIGURA 13 - ILUSTRAÇÃO DO ALGORITMO <i>BACKPROPAGATION</i>	53
FIGURA 14 - APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO	53
FIGURA 15 – SCRIPT DA REDE NEURAL NO SOFTWARE MATLAB®	77

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- NÚMERO DE IPOs E VOLUME CAPTADO POR ANO.....	13
---	----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - SEGMENTAÇÃO DO MERCADO FINANCEIRO	18
QUADRO 2 – QUADRO RESUMO DOS ÍNDICES	34
QUADRO 3 – DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, ORGANIZADAS EM 4 CATEGORIAS.....	38
QUADRO 4 – RELAÇÃO ENTRE TAMANHO DO TREINAMENTO E TAMANHO DO TSTE	55
QUADRO 5 – EMPRESAS QUE ABRIRAM CAPITAL ENTRE 2004 e 2014.....	59
QUADRO 6 – FONTE DOS DADOS COLETADOS PARA ELABORAÇÃO DO TRABALHO.....	60
QUADRO 7 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS - SETOR ECONÔMICO	61
QUADRO 8 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – SEGMENTO DE ATUAÇÃO.....	63
QUADRO 9 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – <i>FUNDOS PRIVATE EQUITY</i>	63
QUADRO 10 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – SEGMENTO DE LISTAGEM.....	64
QUADRO 11 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – BANCOS COORDENADORES.....	65
QUADRO 12 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – NATUREZA DA OFERTA.....	66
QUADRO 13 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – DIA DA SEMANA E MÊS	67
QUADRO 14 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – AUDITORES INDEPENDENTES.....	69
QUADRO 15 – INFORMAÇÕES DE CADA UM DOS CONJUNTOS DE ENTRADA.....	72
QUADRO 16 – CARACTERÍSTICAS DE CADA UM DOS CONJUNTOS DE DADOS PARA ANÁLISE	75
QUADRO 17 – FUNÇÕES DE ATIVAÇÕES PARA CADA UMA DAS CONFIGURAÇÕES DE REDE.....	76
QUADRO 18 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 1.....	80
QUADRO 19 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 2.....	81
QUADRO 20 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 3.....	82
QUADRO 21 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 4.....	83
QUADRO 22 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 5.....	84
QUADRO 23 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 6.....	85
QUADRO 24 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 7.....	86
QUADRO 25 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 8.....	87

QUADRO 26 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 9	89
QUADRO 27 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 10	90
QUADRO 28 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 11	91
QUADRO 13 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 12	92
QUADRO 30 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 13	93
QUADRO 31 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 14	94
QUADRO 32 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 16	96
QUADRO 33 – RESULTADO ABERTO DA MELHOR CONFIGURAÇÃO DE REDE DENTRE TODOS OS CONJUNTOS	98

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 1	80
TABELA 2 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 2	81
TABELA 3 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 3	82
TABELA 4 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 4	83
TABELA 5 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 5	84
TABELA 6 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 6	85
TABELA 7 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 7	86
TABELA 8 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 8	87
TABELA 9 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 9	88
TABELA 10 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 10	89
TABELA 11 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 11	90
TABELA 12 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 12	92
TABELA 13 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 13	93
TABELA 14 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 14	94
TABELA 15 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 16	95
TABELA 16 – RESUMO DO DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE EM CADA UM DOS CONJUNTOS ANALISADOS ..	97
TABELA 17 – RETORNO DO INVESTIMENTO NAS AÇÕES QUE A REDE CALCULOU VALORIZAÇÃO AO FINAL DO PRIMEIRO DIA – SIMULAÇÃO 1	99
TABELA 18 – RETORNO DO INVESTIMENTO SEM A UTILIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO – SIMULAÇÃO 1	100
TABELA 19 – RETORNO DO INVESTIMENTO NAS AÇÕES QUE A REDE CALCULOU VALORIZAÇÃO AO FINAL DO PRIMEIRO DIA – SIMULAÇÃO 2	101
TABELA 20 – RETORNO DO INVESTIMENTO SEM A UTILIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO – SIMULAÇÃO 2	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	12
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
1.5	LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	MERCADO FINANCEIRO	16
2.1.1	Mercado de crédito, monetário e cambial.....	18
2.1.2	Mercado de capitais e mercado de ações	19
2.1.3	Comissão de Valores Mobiliários (CVM)	21
2.1.4	Bolsa de Valores	22
2.1.5	Análise de ações	23
2.1.5.1	Análise Fundamentalista	24
2.1.5.2	Análise Técnica	25
2.2	ABERTURA DE CAPITAL	26
2.2.1	Sociedade por ações.....	26
2.2.2	Vantagens da abertura de capital.....	27
2.2.3	Desvantagens da abertura de capital	28
2.2.4	Oferta Pública Inicial.....	28
2.3	CONTABILIDADE FINANCEIRA E GERENCIAL	29
2.3.1	Análise financeira das empresas.....	31
2.3.1.1	Análise financeira das empresas.....	33
2.3.1.1.1	Índices de estrutura de capital.....	34
2.3.1.1.2	Índices de liquidez	36
2.4	REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	37
2.4.1	Histórico	39
2.4.2	Estrutura básica e funcionamento de um neurônio	41
2.4.2.1	Neurônio biológico.....	41
2.4.2.2	Neurônio Artificial	43
2.4.2.3	Funções de ativação	45
2.4.3	Arquitetura de redes	47
2.4.3.1	Redes alimentadas adiante (<i>feedfoward</i>) com camada única	47
2.4.3.2	Redes alimentadas diretamente (<i>feedfoward</i>) com camada várias camadas	48
2.4.3.3	Redes recorrentes	49
2.4.4	Processos de aprendizagem	50
2.4.4.1	Aprendizado Supervisionado.....	51
2.4.4.1.1	Aprendizado por retropropagação	52
2.4.4.2	Aprendizado Não Supervisionado	53
2.4.5	Treinamento e teste.....	54
3	METODOLOGIA	56
3.1	MÉTODO DA PESQUISA.....	56
3.2	PROJETO DE UMA REDE NEURAL	58
3.3	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	58
3.3.1	Parâmetros de entrada da rede.....	61
3.3.1.1	Característica da empresa	61

3.3.1.1.1	Setor e Segmento.....	61
3.3.1.1.2	Presença de investimentos de fundos <i>private equity</i>	63
3.3.1.2	Característica do IPO	63
3.3.1.2.1	Segmento de listagem.....	64
3.3.1.2.2	Banco Coordenador	64
3.3.1.2.3	Nº total de investidores e distribuição da participação deles	65
3.3.1.2.4	Preço de lançamento.....	66
3.3.1.2.5	Volume total a ser capitado	66
3.3.1.2.6	Natureza da oferta.....	66
3.3.1.2.7	Dia da Semana e mês do lançamento.....	67
3.3.1.3	Situação econômica do Brasil	67
3.3.1.3.1	Taxa Selic.....	67
3.3.1.3.2	Pontuação do IBOVESPA	68
3.3.1.3.3	Retorno médio dos 5 últimos IPOs	68
3.3.1.4	Informações coletadas dos balanços patrimoniais.	68
3.3.1.4.1	Audidores Independentes.....	68
3.3.1.4.2	Ativo, Passivo e Patrimônio Líquido	69
3.3.1.5	Indicadores econômico-financeiros	69
3.3.1.6	Participação de cada elemento no balanço patrimonial	70
3.3.1.7	Informações relacionadas ao EBITDA.....	70
3.3.2	Parâmetro de saída da rede.....	71
3.4	PADRÕES DE DADOS PARA ANÁLISE	71
3.5	DESENVOLVIMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL.....	75
3.5.1	Linguagem escrita no MATLAB®	76
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
4.1	CONSIDERAÇÕES	79
4.2	ANÁLISE 1:	79
4.2.1	Teste 1 – Conjunto de dados 1	80
4.2.2	Teste 2 – Conjunto de dados 2	81
4.2.3	Teste 3 – Conjunto de dados 3	82
4.2.4	Teste 4 – Conjunto de dados 4	83
4.2.5	Teste 5: Conjunto de dados 5	84
4.2.6	Teste 6: Conjunto de dados 6	85
4.2.7	Teste 7: Conjunto de dados 7	86
4.2.8	Teste 8 – Conjunto de dados 8	87
4.3	ANÁLISE 2	88
4.3.1	Teste 9 – Conjunto de dados 9	88
4.3.2	Teste 10 – Conjunto de dados 10.....	89
4.3.3	Teste 11 – Conjunto de dados 11.....	90
4.3.4	Teste 12 – Conjunto de dados 12.....	91
4.3.5	Teste 13 – Conjunto de dados 13.....	93
4.3.6	Teste 14 – Conjunto de dados 14.....	94
4.3.7	Teste 15 – Conjuntos de dados 15.....	95
4.3.8	Teste 16 – Conjunto de dados 16.....	95
4.4	COMPARAÇÃO DAS ANÁLISES	96
4.5	SIMULAÇÃO DE INVESTIMENTO	99
4.5.1	Simulação de investimento 1.....	99
4.5.2	Simulação do investimento 2.....	101
5	CONCLUSÃO	104
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	105

REFERÊNCIAS.....106

1 INTRODUÇÃO

O estudo do conceito de finanças se iniciou no começo do século XX, através de pesquisas acerca da Teoria das Finanças Tradicionais. Ela possuía como base a contabilidade e o direito, não incorporando na forma de avaliação dos ativos, o comportamento do Homem. (HAUGEN, 1999)

Na sua asserção moderna, o conceito de finanças tomou uma nova direção após meados da década de 50. As finanças modernas mudaram a forma de avaliação, que passou a se basear no comportamento do homem, visto como um ser econômico e racional que buscava maximizar seu bem-estar individual. (FAMÁ E CASTRO JUNIOR, 2002)

Segundo Famá, Cioffi e Coelho (2008) a concepção de finanças modernas inicia-se com o lançamento do artigo *Portfolio selection*, de Harry Markowitz. A partir dele, importantes estudos marcaram a história das finanças e do auxílio à tomada de decisão de investimento, tais com: Sharpe, 1964, desenvolveu o modelo de precificação de ativos (CAPM) e Eugene Fama, 1970, propôs a Hipótese de Mercados eficientes.

A Moderna Teoria das Finanças é sustentada sobre os pressupostos neoclássicos, em que o investidor: é racional, é avesso ao risco e maximiza sua utilidade esperada. (SCOTTI, 2007)

Diante disso, Markowitz (1952) assume que todos investidores lidam com duas variáveis ao aplicarem seus recursos: o retorno esperado e a variância dos retornos esperados. Segundo Markowitz (1952) estes são os dois únicos fatores a serem considerados na seleção de uma carteira, sendo o retorno o fator desejado e a variância o indesejado. Com um nível adequado de informações e conhecimento do mercado financeiro é possível, para certo nível de retorno, reduzir a exposição ao risco.

Com um nível adequado de informações e conhecimento do mercado financeiro é possível, para certo nível de retorno esperado, reduzir a exposição ao risco. Cabe ao investidor definir o nível de risco que está disposto a correr em função de obter maior ou menor lucratividade, isto posto, um investidor pode

escolher uma série de ativos para investir o seu capital. Podemos citar como principais: Certificado de depósito bancário, caderneta de poupança, títulos públicos, debêntures, ações, commodities e derivativos.

Dentro do mercado de ações, uma das opções é o investimento no lançamento de ações. O lançamento é conhecido como Oferta Pública Inicial (IPO, do inglês Initial Public Offering) e tem como objetivo principal captar recursos para financiar projetos de investimento da empresa que está abrindo capital ou por motivo de alavancagem.

O investimento em Ofertas Públicas iniciais é um investimento de risco, visto a falta de informações e desconhecimento de desempenhos anteriores. Quanto mais informação e características da empresa o investidor conseguir, maior será o número de ferramentas de auxílio a decisão.

Segundo Shiller (2005) *apud* Gambogi (2013), o comportamento do mercado financeiro é influenciado por inúmeras variáveis macroeconômicas e por expectativas irracionais dos investidores. Na mesma linha de pensamento, Pereira (2014) afirma que as cotações das ações são influenciadas fatores externos as empresas, como notícias, fatores políticos e econômicos, além de aspectos emocionais dos investidores.

De acordo com Paiva (2014), na contramão da concepção de mercado eficiente, alguns estudiosos afirmam que o mercado acionário não se firma como aleatório, tornado possível delinear algum modelo de previsibilidade. A previsão de séries temporais financeiras, segundo Vieira et. al (2000), pode ser considerada uma tarefa muito árdua, em razão dos seguintes fatores: pequenas quantidades de observações da série disponíveis, presença de intenso ruído, de seu caráter não estacionário e da não linearidade inerente à tais séries.

Ainda de acordo com Vieira et. al(2000), ao longo dos anos diversas técnicas vêm sendo utilizadas para a previsão de comportamentos no mercado financeiro, como, por exemplo: métodos estatísticos focados em modelos lineares, teoria do caos, Redes Neurais Artificiais (RNAs) e modelos híbridos.

A Rede Neural Artificial (RNA) estrutura sua dinâmica de processamento de dados inspirada na arquitetura do cérebro humano. No âmbito das finanças, essa técnica de inteligência artificial tem se mostrado bastante eficiente, em razão da possibilidade de se trabalhar com dados ruidosos (incompletos, inconsistentes e

ambíguos), a capacidade de reconhecer padrões e prever sistemas não lineares. (Paiva et. al 2011)

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar com qual intensidade as Redes Neurais Artificiais conseguem apresentar tendências sobre a rentabilidade das ações da empresa no primeiro dia de negociação na bolsa de valores

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir quais informações disponíveis no período anterior a data do IPO serão utilizadas como parâmetros de entrada.
- Definir os conjuntos de dados a serem utilizados.
- Definir a topologia da Rede Neural a ser testada.
- Analisar os resultados para cada um dos conjuntos de dados.
- Simular um investimento utilizando a metodologia aplicada.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Desde janeiro de 2004, diversas companhias brasileiras abriram o seu capital. A partir dessa data, ocorreram 152 aberturas de capital até o final de 2014. (BM&FBOVESPA, 2015). É um numero expressivo considerando-se os anos anteriores de apenas nove entre 1990 e 2003. (GRACIOSA, 2007). Nesse período recente, os recursos levantados com as ofertas públicas iniciais somaram aproximadamente 152 milhões de reais (BM&FBOVESPA, 2015). O elevado volume financeiro captado mostra que o lançamento de ações ocupou um lugar significativo dentro das operações da BM&FBovespa, se tornando assim uma modalidade com

oportunidades para o investidor. O Gráfico 1 abaixo ilustra o número de IPOs e o volume captado por ano, no período de 2004 até 2014.

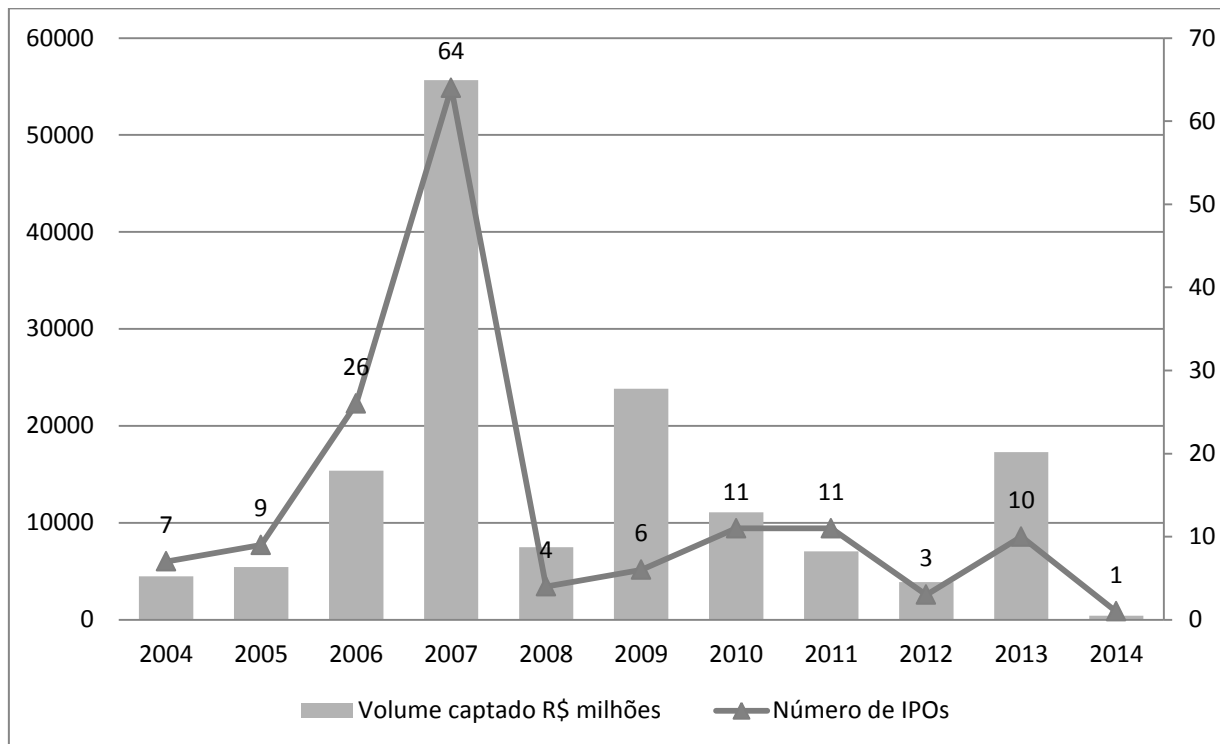


GRÁFICO 1- NÚMERO DE IPOs E VOLUME CAPTADO POR ANO
FONTE: AUTOR (2013)

A estrutura do mercado de capitais se mostra muito favorável ao aumento no número de aberturas de capital. A Amcham (2010) afirma que:

“(...) a conjuntura benéfica a IPOs no Brasil é reforçada por movimentos conduzidos ao longo da última década, entre os quais se destacam o estabelecimento em 2000 da Resolução 2689 da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), que facilitou o ingresso de investidores estrangeiros no mercado nacional; a criação também em 2000 do Novo Mercado, que reúne as companhias listadas na bolsa com os mais elevados padrões de governança corporativa que propiciou o aumento do interesse de investidores locais e internacionais pelo mercado acionário brasileiro; o fim da Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira (CPMF) para operações em bolsa, que tornou o mercado acionário nacional mais competitivo a partir de junho de 2002; e os esforços da BM&FBovespa para estender a base de investidores por meio de programas de popularização voltados a investidores individuais e aumento dos trabalhos de divulgação do mercado brasileiro”. (AMCHAM, 2010)

Em razão dessa conjuntura, Galdino (2010) estima que haja hoje no país cerca de 500 empresas médias com faturamento entre R\$100 e R\$500 milhões com alto

potencial para abertura de capital. Portanto, dentro deste cenário favorável a oferta de IPOs deve ser sem dúvida abundante nos próximos anos.

Para se realizar qualquer investimento é importante fazer uma análise dele que auxilie a tomada de decisão do investidor. Segundo Rebelatto (2004), a análise de investimentos surge como um instrumental rápido, prático e seguro que visa auxiliar os profissionais de diversas áreas no processo de análise e tomada de decisões financeiras. Complementando o pensamento, Santos (2001) afirma que a análise de investimentos tem como objetivo básico avaliar as alternativas de ação e escolher a mais atrativa, utilizando métodos quantitativos.

A grande dificuldade para a análise de investimentos em IPO é a não existência de um histórico de desempenho da empresa na bolsa de valores. Somente as informações que constam no prospecto da oferta pública poderão servir de base para a tomada de decisão, buscando-se neste os fatores de risco em que a empresa está envolvida, apoiando-se em relatórios e na avaliação financeira da empresa. (GALDINO, 2010). Diante disso, o trabalho busca utilizar Redes Neurais Artificiais para auxiliar a tomada de decisão do investidor.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho que segue será dividido em quatro capítulos além desse. O segundo capítulo trata da revisão de literatura, que irá consistir no estudo do mercado financeiro, especialmente o mercado de ações, o processo de abertura de capitais, a contabilidade financeira e gerencial e, por fim, as Redes Neurais Artificiais.

O capítulo seguinte terá como objetivo esclarecer qual foi a metodologia de pesquisa aplicada no presente trabalho. Em seguida, será apresentado como foi conduzida a coleta e o tratamento dos dados. Por fim, será mostrado como estes dados serão analisados.

O capítulo quatro será composto das análises dos resultados, contendo uma simulação de investimento para a Rede Neural com melhor desempenho.

No capítulo cinco, será apresentada a conclusão do trabalho e orientações para futuros trabalhos.

1.5 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O trabalho proposto não tem por objetivo avaliar o desempenho dos IPOs em todas as bolsas do mundo e, sim, somente na BM&FBovespa. Portanto, as informações coletadas foram exclusivamente voltadas para as empresas que abriram capital recentemente na bolsa de valores do Brasil.

Companhias que recentemente abriram capital na bolsa de valores, não tinham como obrigação no passado a divulgação de informações e características específicas dela. Como o trabalho avalia algumas características anteriores aos processos de abertura, alguns dados serão dificilmente obtidos.

Informações sobre IPOs realizados anteriormente a 2004 são de difícil acesso, nem mesmo o site da BM&FBovespa contém as informações relevantes sobre a abertura de capital anteriores a esse período.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura dos estudos existentes abordando temas como Mercado Financeiro, abertura de capital, análise de balanços e redes neurais. O capítulo se inicia com a contextualização do Mercado Financeiro, em especial o mercado de ações e todas as características que o cercam. Em seguida, serão apresentadas as definições sobre abertura de Capital, contendo suas etapas, vantagens e desvantagens e o processo de IPO. A terceira parte irá apresentar uma revisão bibliográfica acerca de análise de balanço focada em indicadores econômico-financeiros. Por fim, a última parte do capítulo irá abordar os conceitos de redes neurais.

2.1 MERCADO FINANCEIRO

Galvão *et. al.* (2006) definem o mercado financeiro como “conjunto de intermediários e demais prestadores de serviços financeiros (auxiliares financeiros) que possibilitam a transferência de recursos dos agentes superavitários para os agentes deficitários”. Na mesma linha de raciocínio, Mishkin (2000) afirma que o mercado financeiro possui a função essencial de canalizar fundos de pessoas que pouparam em excesso (por gastarem menos que sua receita), para pessoas que têm escassez de fundos (por desejarem gastar mais que sua receita). Essa função é esquematizada na Figura 1.

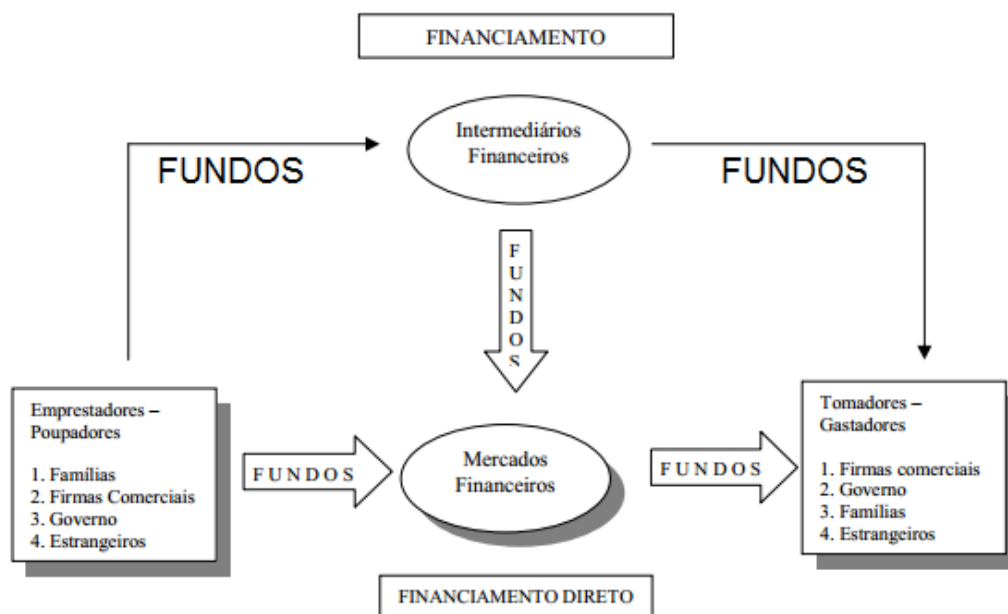


FIGURA 1 - FUNCIONAMENTO DO MERCADO FINANCEIRO
 FONTE: MISHKIN (2000)

O mercado financeiro é o local onde se processam as transações do sistema financeiro, permitindo que um agente econômico qualquer, sem quaisquer perspectivas de aplicação em empreendimento próprio, da poupança que é capaz de gerar, seja colocado em contato com outro, cujas perspectivas de investimento superam as respectivas disponibilidades de poupança. Em razão desse fluxo de recursos entre agentes superavitários e os deficitários, esse mercado pode ser considerado como elemento dinâmico no processo de crescimento econômico, uma vez que permite a elevação das taxas de poupança e investimento. (EDUARDO FORTUNA, 2013)

Os principais órgãos regulamentadores do Sistema Financeiro Nacional são o Conselho Monetário Nacional (CMN), o Banco Central do Brasil (BACEN) e a Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

Pinheiro (2009) afirma que a forma mais comum de classificar o mercado financeiro é por meio das necessidades de seus participantes, durante suas negociações econômico-financeiras. Essas necessidades podem ser agrupadas em quatro tipos distintos: crédito; capitais; câmbio; e monetária. Bruni (2005) representa essa segmentação, mostrando suas principais características no Quadro 1.

Mercado Financeiro	Prazo	Objetivo	Intermediação Financeira
Mercado de Crédito	Curto, médio e aleatório	Financiamento do consumo e do capital de giro das empresas	Bancário e não bancário
Mercado de Capitais	Médio, longo e indeterminado	Financiamento de capital de giro, capital fixo e habitação	Não bancário
Mercado Monetário	Curto e curtíssimo	Controle de liquidez monetária da economia e suprimentos desenhaixes	Bancário e não bancário
Mercado Cambial	Curto e à vista	Transformação de valores em moeda estrangeira em nacional e vice versa	Bancário e auxiliares (corretoras)

QUADRO 1 - SEGMENTAÇÃO DO MERCADO FINANCEIRO
 FONTE: BRUNI (2005)

2.1.1 Mercado de crédito, monetário e cambial

Galvão et. al. (2006) conceituam o mercado de crédito, mercado monetário e o mercado cambial da seguinte maneira: o mercado monetário é o mercado caracterizado por operações de curto prazo, onde as empresas buscam recursos para atender às suas necessidades imediatas de liquidez ou alternativas para a aplicação de saldos de caixa. Já o mercado de crédito, é o mercado caracterizado por operações de curto e médio prazo, onde as empresas buscam recursos para o financiamento de capital de giro e onde as famílias obtêm recursos para a aquisição de bens. Diferentemente dos demais, o mercado cambial é o mercado caracterizado pelas operações de troca de moedas (nacional e estrangeira) à vista ou a termo (para liquidação futura).

O mercado de capitais será base para o trabalho, com isso, ele será estudado mais profundamente.

2.1.2 Mercado de capitais e mercado de ações

O mercado de capitais apresenta grande importância para o desenvolvimento econômico, pois nesse mercado são realizadas operações de médio e longo prazo para financiamento de capital fixo das empresas. (HILLBRECHT, 1999). Para a CVM (2014), esse desenvolvimento econômico ocorre, pois o mercado de capitais estimula a poupança e o investimento produtivo, o que de certa forma é essencial para o crescimento de qualquer sociedade econômica moderna.

Pinheiro (2009) define o mercado de capitais como um conjunto de instituições que negociam com títulos e valores mobiliários, objetivando a canalização dos recursos dos agentes compradores para os agentes vendedores. Esse sistema de distribuição tem o propósito de viabilizar a capitalização das empresas e dar liquidez aos títulos emitidos por elas. Segundo a CVM (2014), os agentes superavitários emprestam seus recursos diretamente aos agentes deficitários, as operações ocorrem sempre com intermediação de uma instituição financeira. Essas instituições atuam estruturando as operações, assessorando na formação de preço, oferecendo liquidez, captando clientes, distribuindo valores mobiliários no mercado, entre outros trabalhos. A Figura 2 ilustra a forma como o mercado de capitais funciona.



FIGURA 2 - FUNCIONAMENTO DO MERCADO DE CAPITAIS
FONTE: CVM (2014)

Castro (1985) *apud* Karl Hauser engloba como funções principais do mercado de capitais, as seguintes características:

- Conversão de ativos líquidos (dinheiro) em investimentos fixos (equipamentos, instalações,...).
- Transformação dos prazos das operações, conciliando o desejo do poupador de oferecer recursos em curto prazo com a necessidade dos investidores de conseguir recursos de médio e longo prazo.
- Transformação de pequenos e médios montantes de capital, em grandes e consolidados montantes.
- Transformação de riscos como obtenção e retorno de recurso.
- Agilização do processo de transferência de recursos: facilita as atividades de poupança e investimentos através da criação de ativos padronizados.
- Obtenção de um grau aceitável de divulgação de informações: ocasionando um aumento do fluxo de informações referentes a oferta e demanda dos recursos, servindo assim tanto aos poupadores quanto as investidores.

Ainda segundo o mesmo autor, para que o mercado de capitais desempenhe eficientemente as funções mencionadas, devem ser cumpridas certas condições necessárias, tanto na órbita político-institucional quanto na econômica.

Separado de acordo a função a ser desempenhada, Pinheiro (2009) estrutura o mercado de capitais no Brasil em dois mercados: mercado primário e mercado secundário. A diferença básica entre eles é que o primeiro caracteriza-se pelo encaixe de recursos na empresa, o segundo apresenta transação entre compradores e vendedores, não ocorrendo alteração financeira na empresa. A BM&FBovespa (2012) conceitua os mercados da seguinte maneira:

- Primário – É a primeira negociação após a emissão dos títulos negociados. Ela tem como objetivo captar recursos para a empresa.
- Secundário – São todas as negociações após a primeira emissão, tem como objetivo a circulação dos títulos, gerando liquidez as ações. Não ocorre alteração financeira na empresa.

Ainda segundo a BM&FBovespa (2012), no mercado de capitais, os principais títulos negociados são os representativos do capital das empresas, no

caso as ações, ou de empréstimos tomados por empresas, via mercado, nesse caso os títulos são debêntures conversíveis em ações, bônus de subscrição e *commercial pappers*. Esses títulos negociados permitem a circulação de capital para custear o desenvolvimento econômico. Para o desenvolvimento desse trabalho, o mercado de ações será estudado mais a fundo.

Segundo Cavalcante *et. al.* (2005), uma ação representa a menor parcela do capital de uma empresa, sendo o seu detentor, o acionista, um dos proprietários da empresa. Como proprietário, ele possui direito de participação nos resultados, proporcionalmente ao número de ações que detém. Seus direitos podem ser dividendos, juros sobre o capital e bonificações. Os autores apontam algumas características essenciais das ações, são elas: a ação é considerada contabilmente como um crédito não exigível do acionista para com a companhia; ela não tem prazo de resgate; é o instrumento básico da companhia para se levantar recursos financeiros; por serem objetos de negociação diária, o seu preço pode aumentar e diminuir, de acordo com maior ou menor interesse dos investidores.

Assaf Neto (2009) classifica as ações em dois tipos: ordinárias e preferenciais. As ações ordinárias têm como principal característica conferir ao seu titular o direito de voto. Já as ações preferenciais não atribuem a seu titular o direito de voto, porém conferem certas preferências, como: prioridade na distribuição de dividendos e reembolso de capital.

Galdino (2010) afirma que as ações normalmente não possuem prazo de resgate e podem ser negociadas em bolsas, sendo a compra e venda sua principal negociação, sempre se espera comprar a um preço baixo e vender a um preço alto.

2.1.3 Comissão de Valores Mobiliários (CVM)

No Brasil, o órgão responsável por fiscalizar a movimentação de valores mobiliários é a CVM. (ASSAF NETO, 2009). A CVM pode ser definida, segundo Pinheiro (2009), da seguinte maneira:

“A comissão de valores mobiliários constitui órgão integrante do subsistema normativo do mercado de valores mobiliários. É uma autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda, criada pela Lei nº 6.385, tendo assumido plenamente as funções em 6/4/1978, com a responsabilidade de disciplinar, fiscalizar e promover a expansão, o desenvolvimento e o funcionamento eficiente do mercado de valores mobiliários, sob a orientação do Conselho Monetário Nacional.” (Pinheiro, 2009)

Uma das funções principais da Comissão Nacional de Valores Mobiliários, apontada por Mellagi Filho (1995), é supervisionar e fiscalizar a Bolsa de Valores. Esse trabalho de supervisão consiste basicamente, em zelar pela lisura das negociações com ações e disseminar as informações relevantes ao maior número de participantes possível.

2.1.4 Bolsa de Valores

Galvão et al (2006) definem bolsa de valores como “(...) associações civis, sem fins lucrativos e com funções de interesse público que possuem autonomia financeira, patrimonial e administrativa, e estão sujeitas à supervisão da Comissão de Valores Mobiliários (..).”. O autor atribui como principais funções de uma bolsa de valores, os seguintes itens:

- Oferecer um mercado para a cotação dos títulos e valores mobiliários nelas registrados.
- Orientar e fiscalizar os serviços prestados por seus membros.
- Facilitar a divulgação constante de informações sobre as empresas e sobre os negócios que se realizam sob seu controle.
- Propiciar liquidez as aplicações de curto e longo prazo.

Segundo Pinheiro (2009), a bolsa de valores pode beneficiar três diferentes participantes dela, são eles:

1. Tomadores de capital, empresa buscando obtenção de recursos para seus investimentos;
2. Ofertadores de capitais: empresas ou participantes que estão interessados em colocar suas sobras de liquidez com a finalidade de obter ganhos;

3. Mediadores: Instituições financeiras que tem papel muito importante, já que aproximam as demandas dos compradores com as ofertas dos vendedores de títulos.

Pinheiro (2009) cita que as bolsas mais importantes do mundo estão localizadas nos seguintes países: Estados Unidos (New York e Nasdaq), Japão (Tóquio) e Reino Unido (Londres). Cada uma delas exerce grande influência em seu fuso horário e repercute seu desempenho no fuso seguinte. A principal bolsa brasileira é conhecida como BM&FBovespa.

Fortuna (2005) afirma que o objetivo de um índice de preços é, de forma geral, nos indicar o histórico de comportamento destes preços dentro de um intervalo de tempo em que eles estiverem sendo observados. Entre os mais importantes índices da BM&FBovespa estão o IBOVESPA, o Índice Brasil (IBX), o Índice Brasil 50 (IBX 50), o FGV 100, o Índice de ações com Governança Corporativa diferenciada (ICG), entre outros índices. Cada índice indica o comportamento de um grupo de ações, cabe ao investidor escolher aquele que se encaixa com o seu perfil de investimento.

Segundo Kuhl (2007), o grande volume de negócios com ações gerados nas bolsas de valores ocasionam oscilações nos preços, motivadas pelas informações e as expectativas dos investidores. A tentativa de entender estas oscilações e prever futuras oscilações para obter ganhos adicionais é objeto de estudo há vários anos e é o ponto central de algumas teorias das finanças.

2.1.5 Análise de ações

Fortuna (2005) afirma que o preço de uma ação em bolsa é fruto das condições de mercado (oferta e demanda) que reflitam as condições estruturais e comportamentais da economia do País e específicas da empresa e de seu setor econômico. A análise das variações do valor das ações e sua tendência podem ser feitas através de análise de investimentos. A Comissão de Valores Mobiliários (2014) afirma que o objetivo de uma análise de investimentos é definir expectativas

de preços futuros baseado em um conjunto de técnicas, que podem ser utilizadas de forma integrada ou separada.

As principais escolas de análise de investimento são, segundo Cavalcante (2009), a análise fundamentalista e a análise técnica. Essas escolas buscam projetar resultados futuros dos investimentos disponíveis e medir os níveis de riscos que essas projeções podem apresentar.

2.1.5.1 Análise Fundamentalista

O objetivo da análise fundamentalista é, segundo Pinheiro (2009), descobrir as ações com as melhores perspectivas em termos de valorização e de pagamento de dividendos e, após a sua seleção, qual o melhor momento para sua compra. Essa análise utiliza os fundamentos econômico-financeiros para a determinação do valor da empresa. Na mesma linha de pensamento, Assaf Neto (2009) afirma que essa análise adota a hipótese de existência de um valor intrínseco para cada ação, a partir dos resultados apurados pela empresa emitente. Os principais subsídios para a elaboração da análise são os demonstrativos financeiros e os diversos dados e informações referentes ao setor econômico de atividade, ao mercado acionário e à conjuntura econômica.

Para Pinheiro (2009), a justificativa para o uso desse tipo de análise é antecipar o comportamento futuro de uma determinada empresa no mercado, a hipótese básica para que isso seja certo é de que o mercado não é eficiente a curto prazo, ainda que seja a longo prazo. Elton et al (2004) afirma que um mercado eficiente é aquele onde os preços dos valores mobiliários refletem plenamente toda a informação disponível. Pinheiro (2009) aponta que os especialistas em finanças dividem a hipótese do mercado eficiente em três categorias:

- Hipótese fraca: os preços atuais deve refletir toda a informação histórica de preços e quantidades.
- Hipótese média: os preços devem refletir toda a informação pública disponível.

- Hipótese forte: informação pública e privada se reflete plenamente no preço dos ativos.

Damodaran(1999) afirma que existem três abordagens para a avaliação de ações. A primeira, avaliação por fluxo de caixa descontado, relaciona o valor de um ativo ao valor presente dos fluxos de caixa futuros esperados relativos àquele ativo. A segunda, a avaliação relativa, estima o valor de um ativo enfocando a precificação de ativos comparáveis relativamente a uma variável comum como lucros, fluxos de caixa, valor contábil ou vendas. A terceira, avaliação de direitos contingentes, utiliza modelos de precificação de opções para medir o valor de ativos que possuam características de opções.

2.1.5.2 Análise Técnica

A análise técnica tenta explorar padrões recorrentes e previsíveis no preço das ações para gerar melhor desempenho no investimento. (Bodie et al., 2010)

Pinheiro (2009) define análise técnica ou grafista como um estudo que se dedica à observação da evolução dos mercados com base em sua representação gráfica. Seu principal pressuposto é de que os preços se movem em tendências que de alguma forma podem ser previstas. Ainda segundo o autor, esse estudo adota as seguintes premissas:

- A ação do mercado reflete todos os fatores envolvidos neste.
- Os preços se movimentam em tendências.
- O futuro reflete o passado.

Já para Cavalcante et al (2009), os principais objetivos da escola técnica são: conhecer e mensurar a Lei de Oferta e Procura, identificar oportunidades de operações atraentes, otimizar ingressos e saídas do mercado, determinar limites de oscilação nos preços e estabelecer estratégias de risco. Ainda segundo ele, muitos analistas enfatizam a necessidade de conhecer o psicológico das massas para melhor avaliar as tendências de mercado.

Pinheiro (2009) afirma que além dos gráficos, são utilizados também indicadores técnicos, que procuram trabalhar de forma mais determinística os movimentos de mercado. Esses indicadores técnicos podem ser divididos em duas categorias:

- Indicadores de tendências (média móvel, etc.).
- Osciladores (momentum, índice de força relativa, estocástico, ADX, etc.).

2.2 ABERTURA DE CAPITAL

2.2.1 Sociedade por ações

Buscando modernizar as regras que regiam as sociedades anônimas, especialmente quanto aos aspectos relativos à composição acionária, negociação de valores mobiliários e modernização do fluxo de informação, foi criada a Lei das S/A (6.404/76), em 07/12/1976. (PINHEIRO, 2009)

Segundo Casagrande Neto (1989), as sociedades anônimas apresentam as mesmas características fundamentais, desde suas origens. Trata-se de um modelo jurídico constituído que visa permitir a acumulação de capitais para seus sócios. O autor apresenta as seguintes características principais de uma S/A:

- Personalidade jurídica com existência e patrimônio distintos e autônomos em relação aos sócios;
- Capital dividido em quotas e sua livre transferência;
- Responsabilidade dos sócios limitada à contribuição ao capital.

A lei das S/A, em seu artigo 4º, divide a Sociedade anônima em 2 categorias, conforme os valores mobiliários de sua emissão estejam ou não admitidos a negociação em bolsa ou mercado de balcão, são elas: companhia de capital aberto e companhia de capital fechado. A primeira procura recursos de financiamento junto ao público e são registradas na CVM. Já a segunda não possui registro junto a CVM e seus títulos são negociados de forma privada.

2.2.2 Vantagens da abertura de capital

Segundo Castro (1985), “A decisão de abertura de capital esta atrelada a decisão de investimento e financiamento da companhia. Enquanto a decisão de investimento determina o risco empresarial de uma firma, a decisão de financiamento define o seu risco financeiro...”. Segundo o autor, cabe ao administrador financeiro definir a estrutura ótima objetivando o balanceamento de recursos próprios e recursos de terceiros. Para definir essa estrutura, são considerados alguns fatores como: custo de capital próprio e de terceiros; índices comparativos setoriais; grau de risco e premência ou não da necessidade dos recursos.

Procianoy (1994) afirma que o objetivo básico da abertura de capital de uma empresa é a obtenção de recursos, que poderão ocorrer na forma de capital, via ações ou via debêntures.

A BM&FBOVESPA (2012) aponta como as principais vantagens que colaboram para a abertura de capital, os seguintes itens:

- **Maior Acesso ao Capital:** Torna-se fácil levantar capital para a empresa, projetos viáveis e rentáveis sempre atrairão investidores. Uma companhia aberta reduz seu risco, visto que, ela é menos afetada pela volatilidade econômica.
- **Liquidez patrimonial:** Os acionistas podem transformar suas ações em dinheiro, ao negociar algumas delas ao abrir capital ou na bolsa de valores.
- **Ações como pagamento em aquisições:** As empresas de capital aberto são beneficiadas pela facilidade de realizar aquisições, essas operações são realizadas com o pagamento de ações, evitando dessa maneira, a descapitalização da empresa.
- **Referencial de Avaliação do Negócio:** A abertura de capital estabelece um valor para a empresa, já que suas cotações indicam qual é o seu valor real. Seu valor representa um equilíbrio entre as percepções de muitos investidores, refletindo as expectativas a respeito do futuro da companhia.

- Melhora da imagem institucional: A companhia aberta passa a ganhar visibilidade, ser constantemente mencionada na mídia e passa a ser acompanhada diariamente pela comunidade financeira.

2.2.3 Desvantagens da abertura de capital

A abertura de capitais de uma companhia não traz somente vantagens para a empresa, segundo Pinheiro (2009), ela também gera uma série de obrigações e novos custos. Dentre os principais contras, podemos citar:

- Necessidade de uma maior transparência/ *disclosure* com os investidores;
- Profissionalização;
- Custos Legais e Administrativos;
- Distribuição de dividendos;
- Auditoria Independente;
- Estruturação do Departamento de Acionistas.

Os custos associados ao processo de abertura de capital, a política de dividendos e a administração de um sistema de informações específico para controle da propriedade da empresa, tendem, segundo a CVM (2014), diluir em função das vantagens agregadas.

2.2.4 Oferta Pública Inicial

Galdino (2010) define a Oferta pública inicial (do inglês, IPO) como um evento que marca a primeira venda de ações de uma companhia no mercado de capitais, visando captar recursos para financiar seus projetos de investimento ou por motivo de alavancagem. Ainda segundo o autor, um IPO é realizado quando uma

empresa limitada abre seu capital, transformando-se em uma S.A, podendo negociar títulos e/ou outros valores mobiliários, como debêntures e notas promissórias.

Para Pinheiro (2009) a oferta pública inicial de ações caracteriza a venda de ações por meio da oferta pública no mercado, visando acesso ao mercado de capitais, portanto, é o mecanismo pelo qual uma empresa realiza a colocação pública de ações na Bolsa de Valores.

Segundo Cavalcante *et. al.* (2005), a abertura de capital através da emissão de ações poderá ocorrer de duas maneiras:

a) *Block trade* (Secundária)

A empresa pode abrir seu capital lançando ações junto ao público através de uma operação de *block trade*, essa operação consiste em colocar no mercado um lote de ações, pertencente a um acionista ou a um grupo de acionistas. Nesse tipo de abertura de capital, as poupanças dos investidores não são canalizadas para o caixa da empresa, e sim para o caixa dos acionistas. A operação de *block trade* pode ser conhecida como distribuição secundária de ações, visto que está inserida no mercado secundário.

b) *Underwriting* (Primária)

Underwriting é uma operação em que a sociedade emitente lança valores mobiliários com o objetivo de captar novos recursos junto a acionistas. A operação de *underwriting* faz parte do mercado primário, pois existe uma transferência de recursos diretamente do investidor para o caixa da empresa.

Neste trabalho, contudo, daremos ênfase apenas às operações de oferta primária de ações.

2.3 CONTABILIDADE FINANCEIRA E GERENCIAL

Horngren *et al.* (2004) afirmam que o objetivo básico da informação contábil é auxiliar e fundamentar a tomada de decisões do usuário de suas informações. Os autores classificam esses usuários em três categorias:

1. Gestores internos que usam a informação para o planejamento e controle de operações rotineiras.
2. Gestores internos que usam a informação para tomar decisões não rotineiras e para formular planos de longo prazo.
3. Usuários externos que usam a informação para tomar decisões a respeito da empresa.

A contabilidade pode ser dividida de acordo com a necessidade de seus utilizadores. Enquanto que a Contabilidade Financeira busca atender os usuários externos, a Contabilidade Gerencial foca principalmente nas necessidades dos gestores internos. (JIAMBALVO. 2000)

A contabilidade gerencial, segundo Atinkson et al. (2000), é o processo de identificar, mensurar, reportar e analisar as informações sobre as atividades econômicas da empresa. Ela tem com objetivo produzir informações operacionais e financeiras para funcionários e administradores. Esse processo é delimitado pelas necessidades informacionais dos indivíduos internos e auxilia a tomada de decisões operacionais e de investimentos. A natureza de sua informação é mais subjetiva e sujeita a juízo de valor, válida, relevante e acurada.

A contabilidade financeira é o processo de elaboração e de comunicação das informações econômicas de uma empresa voltadas para usuários externos, como acionistas, credores, entidades reguladoras e autoridades governamentais. Esse processo é influenciado por autoridades regulamentadoras externas que estabelecem padrões e requisitos obrigatórios de elaboração de relatórios. Com isso, a contabilidade financeira tende a ser direcionada por regras. (ATIKSON ET AL. 2000)

O objetivo da contabilidade financeira, segundo Padoveze (2000), é de facilitar a análise financeira para as necessidades de usuários externos, tal fato ocorre através da divulgação dos seguintes relatórios (anuais, trimestrais e ocasionalmente mensais): balanço patrimonial, demonstração dos resultados, demonstração das origens e aplicação de recursos e demonstração das mutações do Patrimônio Líquido. Ainda de acordo com o autor, as informações fornecidas devem ser objetivas, verificáveis e relevantes. Franco (1989) sugere que todas as informações retiradas dos registros contábeis e apresentadas de forma expositiva, sintética ou analítica são consideradas demonstrações contábeis.

2.3.1 Análise financeira das empresas

Matarazzo (1998) afirma que as demonstrações contábeis fornecem uma série de dados sobre a empresa e cabe a análise de balanços transformar esses dados em informações que permitam concluir se a empresa está sendo bem ou mal administrada, se tem ou não condições de pagar suas dívidas, se é lucrativa ou não, se é uma boa empresa para se investir ou não, entre outras características. O autor ilustra a sequência do processo contábil conforme apresentado na Figura 3.

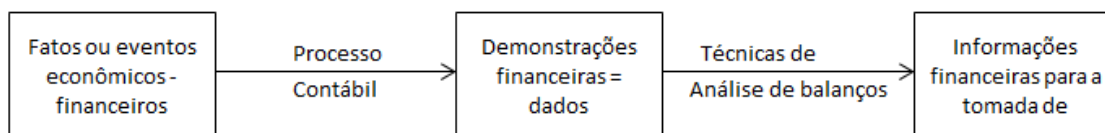


FIGURA 3 - SEQUÊNCIA DO PROCESSO CONTÁBIL
FONTE: MATARAZZO (1998)

Corroborando com o autor acima, Assaf Neto (2000) afirma que através das demonstrações contábeis divulgadas por uma empresa, é possível realizar uma análise e extrair informações a respeito de sua posição econômica e financeira no passado, no presente e no futuro (projetada). Na mesma linha de raciocínio, Padoveze (2000) afirma que a análise “(...) constitui-se num processo de meditação sobre os demonstrativos contábeis, objetivando uma avaliação da situação da empresa, em seus aspectos operacionais, econômicos, patrimoniais e financeiros”.

Já para Silva (1999), o desenvolvimento de uma análise de demonstrações financeiras é utilizada com o intuito de compreender e avaliar diversos aspectos de uma empresa, como por exemplo: a capacidade de pagamento da empresa mediante a geração de caixa, a capacidade de remunerar o investidores, o motivo, a qualidade e o nível de endividamento, políticas operacionais e seus impactos na necessidade de capital de giro da empresa e, por fim, o impacto das decisões estratégicas de investimentos e financiamentos.

Iudícibus (1998) afirma que é necessário seguir 3 condições básicas para que uma análise de balanço seja efetiva, são elas:

- A contabilidade da empresa deve ser realizada sem interferências manipuladoras ou normalizantes de resultados.
- É importante, nas firmas médias e grandes, o parecer dos auditores independentes e/ou um acompanhamento da auditoria interna.
- Os demonstrativos devem ser corrigidos detalhadamente, levando em consideração variações do poder aquisitivo da moeda.

A análise de balanços, segundo Matarazzo (1998), baseia-se no raciocínio científico e a sua tomada de decisão obedece a sequência abaixo:

1. extraem-se índices das demonstrações financeiras;
2. comparam-se os índices com os padrões;
3. ponderam-se as diferentes informações e chega-se a um diagnóstico ou conclusões.
4. tomam-se decisões.

Para Assaf Neto (2000), o raciocínio básico desenvolve-se através de técnicas oriundas de diferentes áreas do saber (contabilidade, matemática e estatística, principalmente). Ao longo do tempo, diversos métodos empíricos de avaliação de empresas alcançaram evidências científicas, comprovando suas validades. Segundo o autor as principais técnicas são:

- Análise Horizontal
- Análise Vertical
- Diagrama de Índices
- Indicadores econômico-financeiros

O autor define a Análise Horizontal como uma análise temporal que identifica a evolução dos diversos elementos patrimoniais e de resultados ao longo de determinado período. A evolução das vendas e das dívidas, os custos e as despesas e o aumento dos investimentos em ativos. Já para Padoveze (2000), essa análise é utilizada para calcular a variação percentual de itens das demonstrações financeiras, objetivando evidenciar a ocorrência de crescimento ou decréscimo das informações analisadas.

Assaf Neto (2000) afirma que assim como a Análise Horizontal, a Análise Vertical objetiva o estudo das tendências através do conhecimento da participação relativa de cada elemento patrimonial e de resultados. A Análise Vertical é apontada

por Ludícibus (1998) como uma análise importante para a avaliação da estrutura de composição de itens e sua evolução no tempo. Por fim, o propósito dessa análise, segundo Silva (1999), é indicar a participação relativa de cada item de uma demonstração em relação a um determinado referencial.

Já o diagrama de índices é, segundo Assaf Neto, um “(...) importante instrumento de análise de balanços, sendo desenvolvido pela decomposição dos elementos que exercem influências nos índices. A elaboração de um diagrama de índices é mais adotada quando se estuda a rentabilidade da empresa”.

Em razão de ser um dos focos do trabalho, os indicadores econômico-financeiros serão estudados mais profundamente a seguir.

2.3.1.1 Análise financeira das empresas

Assaf Neto (2000) afirma que os indicadores econômico-financeiros objetivam “(...) relacionar elementos afins das demonstrações contábeis de forma a melhorar extrair conclusões sobre a situação da empresa. Existem diversos índices úteis para o processo de análise, sendo metodologicamente classificados nos seguintes grupos: liquidez, operacional, rentabilidade, endividamento e estrutura, e análise de ações.”.

De acordo com Matarazzo (1998), índice pode ser definido como “(...) a relação entre contas ou grupo de contas das Demonstrações Financeiras, que visa evidenciar determinado aspecto da situação econômica ou financeira de uma empresa”. A utilização desses índices possibilita realizar uma avaliação global sobre diferentes aspectos da empresa em análise. Apresenta-se a seguir o Quadro 2 que, segundo o autor, resume os principais índices utilizados para a análise de balanços.

ÍNDICE	FORMULA	INDICA	INTERPRETAÇÃO
Estrutura de Capital • Participação de Capital de Terceiros (Endividamento)	$\frac{\text{Capital Terceiros}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100$	Quanto a empresa tomou de capitais de terceiros para cada \$ 100 de capital próprio	Quanto menor, melhor.
• Composição do Endividamento	$\frac{\text{Passivo Circulante}}{\text{Capitais Terceiros}} \times 100$	Qual o percentual de obrigações a curto prazo em relação às obrigações totais.	Quanto menor, melhor.
• Imobilização do Patrimônio Líquido	$\frac{\text{Ativo Permanente}}{\text{Patrimônio Líquido}} \times 100$	Quanto reais a empresa aplicou no Ativo Permanente para cada \$ 100 de Patrimônio Líquido	Quanto menor, melhor.
• Imobilização dos Recursos não Correntes	$\frac{\text{Ativo Permanente}}{\text{Patrimônio Líquido} + \text{Exigível Longo Prazo}} \times 100$	Que percentual dos Recursos não Correntes (Patrimônio Líquido e Exigível a Longo Prazo) foi destinado ao Ativo Permanente	Quanto menor, melhor.
Liquidez • Liquidez Geral	$\frac{\text{Ativo Circulante} + \text{Realizável Longo Prazo}}{\text{Passivo Circulante} + \text{Exigível Longo Prazo}}$	Quanto a empresa possui de Ativo Circulante + Realizável a Longo Prazo para cada \$ 1 de dívida total.	Quanto maior, melhor.
• Liquidez Corrente	$\frac{\text{Ativo Circulante}}{\text{Passivo Circulante}}$	Quanto a empresa possui de Ativo Circulante para cada \$ 1 de Passivo Circulante.	Quanto maior, melhor.
• Liquidez Seca	$\frac{\text{Disponível} + \text{Títulos Receber} + \text{Outros Ativos Rápida Conversibilidade}}{\text{Passivo Circulante}}$	Quanto a empresa possui de Ativo Líquido para cada \$ 1 de Passivo Circulante	Quanto maior, melhor.
Rentabilidade (ou Resultados) • Giro do Ativo	$\frac{\text{Vendas Líquidas}}{\text{Ativo}}$	Quanto a empresa vendeu para cada \$ 1 de investimento total	Quanto maior, melhor.
• Margem Líquida	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Vendas Líquidas}} \times 100$	Quanto a empresa obtém de lucro para cada \$ 100 vendidos	Quanto maior, melhor.
• Rentabilidade do Ativo	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo}} \times 100$	Quanto a empresa obtém de lucro para cada \$ 100 de investimento total	Quanto maior, melhor.
• Rentabilidade do Patrimônio Líquido	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido Médio}} \times 100$	Quanto a empresa obtém de lucro para cada \$ 100 de capital próprio investido, em média, no exercício	Quanto maior, melhor.

QUADRO 2 – QUADRO RESUMO DOS ÍNDICES
FONTE: MATARAZZO (1998)

Conforme apresentado no Quadro 2, o autor divide esses índices em 3 categorias principais: Índices de Estrutura de Capital, Índices de Liquidez e Índices de rentabilidade. As duas primeiras categorias refletem a situação financeira e a restante revela a situação econômica da empresa. Os índices financeiros acima apontados por Matarazzo (1998) serão descritos detalhadamente na sequência do trabalho.

2.3.1.1.1 Índices de estrutura de capital

Matarazzo (1998) afirma que “(...) os índices desse grupo mostram as grandes linhas de decisões financeiras, em termos de obtenção e aplicação de recursos”. Segue abaixo o detalhamento dos índices que fazem parte dessa categoria:

a) Participação de capital de terceiros (Endividamento)

O índice de participação de capitais de terceiros, segundo Silva (1999), indica qual é o percentual de capital de terceiro em relação ao valor do patrimônio líquido, indicando dessa maneira a dependência da empresa em relação aos recursos externos. Esse índice pode ser representado pela fórmula abaixo:

$$\text{Participação de capitais de terceiro} = \frac{\text{Passivo circulante} + \text{Exigível a longo prazo}}{\text{Patrimônio Líquido}}$$

b) Composição do endividamento

De acordo com Silva (1999), a composição do endividamento tem com objetivo indicar quanto da dívida total da empresa deverá ser paga a curto prazo. Essa composição é calculada pela relação entre o passivo circulante e o exigível total, conforme representado na fórmula abaixo:

$$\text{Composição do endividamento} = \frac{\text{Passivo circulante}}{\text{Passivo circulante} + \text{Exigível a longo prazo}}$$

c) Imobilização do Patrimônio Líquido

De acordo com Matarazzo (1998), a imobilização do Patrimônio Líquido indica quanto a empresa aplicou no Ativo Permanente para cada \$ 100 de Patrimônio Líquido, tal índice pode ser representado pela fórmula abaixo:

$$\text{Participação de capitais de terceiro} = \frac{\text{Ativo Permanente}}{\text{Patrimônio Líquido}}$$

d) Imobilização dos recursos não correntes

A imobilização dos recursos não correntes, segundo Matarazzo (1998) indica o percentual de recursos não correntes que a empresa aplicou no Ativo Permanente. Esse índice é representado pela fórmula abaixo:

$$\text{Participação de capitais de terceiro} = \frac{\text{Ativo Permanente}}{\text{Patrimônio Líquido} + \text{Exigível a LP}}$$

e) *Endividamento Geral*

O índice endividamento geral, segundo Iudícibus (1998), representa a relação entre o exigível total de curto e de longo prazo com os recursos globais à disposição da empresa, buscando averiguar a dependência de recursos externos com a formação do capital total da empresa. Esse índice é representado pela fórmula abaixo:

$$\text{Endividamento Geral} = \frac{\text{Passivo circulante} + \text{Exigível a longo prazo}}{\text{Passivo total}}$$

2.3.1.1.2 Índices de liquidez

Os índices de liquidez, segundo Assaf Neto (2000) evidenciam a situação financeira de uma empresa em relação a seus compromissos financeiros. Matarazzo (1998) afirma que uma empresa com bons índices de liquidez possui boas condições de honrar suas dívidas. Segue abaixo o detalhamento dos principais índices que fazem parte dessa categoria:

a) *Liquidez Geral*

Silva (1998) define a Liquidez Geral como um índice que “(...) indica quanto a empresa possui em dinheiro, bens e direitos realizáveis a curto e longo prazo, para fazer face às suas dívidas totais”. Esse índice pode ser representado pela fórmula abaixo:

$$\text{Liquidez Geral} = \frac{\text{Ativo circulante} + \text{Realizável a longo prazo}}{\text{Passivo circulante} + \text{Exigível a longo prazo}}$$

b) *Liquidez Corrente*

Padoveze (2000) afirma que o objetivo desse índice é calcular a capacidade de pagamento dos valores de curto prazo da empresa. Ele é calculado pela relação entre o ativo circulante e o passivo circulante, conforme apresentado na fórmula abaixo:

$$\text{Liquidez Corrente} = \frac{\text{Ativo circulante}}{\text{Passivo circulante}}$$

c) *Liquidez Geral*

O objetivo desse índice é, segundo Silva (1999), indicar quanto a empresa possui de disponibilidades, aplicações financeiras a curto prazo e duplicatas a receber para fazer frente ao seu passivo circulante. Matarazzo (1998) afirma que esse índice mede o grau de excelência da situação financeira de uma empresa. Essa função é definida pela fórmula abaixo:

$$\text{Liquidez Seca} = \frac{\text{Disponibilidades} + \text{Aplicações Financeiras} + \text{Duplicatas a receber}}{\text{Passivo circulante}}$$

2.4 REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS

A inteligência artificial pode ser definida, segundo Luger (2004), como “(...) o ramo da ciência da computação que se ocupa da automação do comportamento inteligente”. Russel et. Al (2004) realizou um levantamento de definições de Inteligência Artificial definidas em livros didáticos e as organizou em quatro categorias: sistemas que pensam como seres humanos, sistemas que pensam racionalmente, sistemas que atuam como seres humanos e sistemas que atuam

racionalmente. O Quadro 3 mostra quais são essas definições e em quais categorias elas estão alocadas.

Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
"O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem....máquinas com mentes, no sentido total e literal" (Haugeland, 1985)	"O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais (Charniak e McDermott, 1985)
"[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...." (Bellman, 1978)	"O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir." (Winston, 1992)
Sistemas que atuam como seres humanos	Sistemas que atuam racionalmente
"A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas" (Kurzweil, 1990)	"A Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes (Poole <i>et al.</i> , 1998)

QUADRO 3 – DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, ORGANIZADAS EM 4 CATEGORIAS
FONTE: RUSSEL *ET. AL*, (2004)

Um dos principais campos de estudo da Inteligência Artificial são as redes neurais. O objetivo delas é, segundo Reich *et. al* (1993), simular o funcionamento do cérebro humano diretamente em um computador através da utilização de neurônios artificiais.

Uma Rede Neural Artificial (RNA), também conhecida como neurocomputadores, redes connexionistas ou processadores paralelamente distribuídos, pode ser definida como:

“(...) sistemas paralelos distribuídos, compostos por unidades de processamento simples (nodos) que calculam determinadas funções matemáticas (normalmente não lineares). Tais unidades são dispostas em uma ou mais camadas e interligadas por um grande número de conexões, geralmente unidirecionais. Na maioria dos modelos estas conexões estão associadas a pesos, os quais armazenam o conhecimento representado no modelo e servem para ponderar a entrada recebida por cada neurônio. O funcionamento destas redes é inspirado em uma estrutura física concebida pela natureza: o cérebro humano.” (Braga *et al.*, 2000)

Já para Haykin (2001), uma rede neural pode ser definida com o “(...) uma máquina que é projetada para modelar a maneira com o cérebro realiza uma tarefa particular ou função de interesse (...)”. Ainda segundo o autor, uma rede neural

possui a capacidade de armazenar conhecimentos experimentais e transformá-los em informações disponíveis para o uso. Ela se assemelha ao funcionamento do cérebro em dois aspectos:

- O conhecimento é adquirido através de um processo de aprendizagem
- O conhecimento adquirido é armazenado através das forças de conexão entre neurônios, conhecidas como pesos sinápticos.

Rich *et. al* (1993) afirma que as arquiteturas de redes neurais se caracterizam por terem:

- Um grande número de elementos de processamento muito simples.
- Um grande número de conexões ponderadas entre os elementos.
- Controle altamente distribuído e paralelo.
- Ênfase na aprendizagem automatizada de representações internas.

Tal arquitetura possibilita que, segundo Braga *et. al* (2000), o desempenho das RNAs seja superior ao dos modelos convencionais. Ainda segundo os autores, a capacidade de aprender através de exemplos e de generalizar a informação coletada é principal atrativo da solução de problemas através de RNAs.

Nos próximos tópicos serão tratados conceitos acerca das Redes Neurais Artificiais, histórico, estrutura básica e funcionamento de um neurônio, arquitetura de redes, processo de treinamento e aprendizagem e suas aplicações.

2.4.1 Histórico

As RNAs surgiram em 1943, através da publicação do trabalho do psiquiatra e neuroanatomista Warren McCulloch e do matemático Walter Pitts. Nomeado de “*A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*”, esse trabalho apresenta “(...) uma discussão de redes lógicas de nodos e novas ideias sobre máquinas de estados finitos, elementos de decisão limiar lineares e representações lógicas de várias formas de comportamento e memória.”. Esse trabalho se concentrou em descrever um modelo artificial de um neurônio e apresentar suas ferramentas computacionais. (BRAGA ET. AL, 2000)

Embora McCulloch e Pitts tenham demonstrado o poder da computação neural, para Luger (2004), as técnicas de aprendizado começaram a florescer somente em 1949, com o trabalho apresentado por Donald Hebb. Segundo Braga et. al (2000), Hebb “(...) mostrou como a plasticidade da aprendizagem de redes neurais é conseguida através da variação dos pesos de entrada dos nodos. Ele propôs uma teoria para explicar o aprendizado em nodos biológicos baseada no reforço das ligações sinápticas entre nodos excitados.”

De acordo com Haykin (2001), a teoria de Hebb serviu de fonte de inspiração para o desenvolvimento de diversos modelos computacionais de aprendizado, como por exemplo, os trabalhos de: Utley (1956), Minsky (1954) e Taylor (1956).

Ainda de acordo com Haykin (2001), no ano de 1958, uma nova abordagem para o problema de reconhecimento de padrões foi desenvolvida por Rosenblatt. Segundo Braga et. al (2000), seu trabalho sobre o modelo *perceptron* demonstrou que se sinapses ajustáveis fossem acrescentadas, as RNAs com nodos MCP poderiam ser treinadas para classificar certos tipos de padrão. Rosenblatt descreveu uma topologia de RNA, definiu uma estrutura de ligações entre os nodos e desenvolveu um algoritmo para treinar a rede fazendo com que ela execute determinados tipos de funções.

Entretanto, segundo Barone (2003), um esfriamento nas pesquisas relacionadas às redes neurais ocorreu em razão da “(...) limitada capacidade de aprendizado apresentada por esses modelos, que conseguiam resolver apenas problemas simples, linearmente separáveis, (...)”. Ainda segundo o autor essas limitações foram expostas em 1969, com o trabalho apresentado por Minsky e Papert.

De acordo com Braga et.al (2000), as pesquisas nessa área ficaram adormecidas, em grande parte motivada pelas repercussões do trabalho de Minsky e Papert. Apesar disso, alguns pesquisadores ainda continuaram trabalhando na área, como: Igor Aleksander, Kunihiko Fukushima, Steven Grossberg e Teuvo Kohonen.

Outro fato que chamou a atenção das propriedades associativas das RNAs foi o artigo publicado por John Hopfield, em 1982. Esse estudo, segundo Braga et. al (2000), impulsionou parte da retomada de pesquisas na área. De acordo com

Haykin (2001), Hopfield “(...) utilizou a ideia de uma função de energia para formular um novo modo de se entender a computação executada por redes recorrentes com conexões sinápticas simétricas”.

As RNAs de multiplicas camadas são capazes de resolver “problemas difíceis de aprender”. Essa visão foi mostrada, segundo Braga et. al (2000), através do desenvolvimento do algoritmo de treinamento *backpropagation*. Ainda segundo o autor, a partir de meados dos anos 80, ocorreu uma nova explosão de interesses em pesquisas de RNA. Dois fatores são preponderantes por esse crescente interesse: o avanço na tecnologia e o fato da escola simbolista não ter alcançado avanços significativos na resolução de alguns problemas simples para o ser humano.

2.4.2 Estrutura básica e funcionamento de um neurônio

2.4.2.1 Neurônio biológico

Para entender a estrutura de um neurônio artificial, é inicialmente necessário fazer um entendimento de neurônios biológicos. Conforme citado anteriormente, as RNAs tentam reproduzir as funções das redes biológicas, buscando utilizar seu comportamento e sua dinâmica. (BRAGA ET. AL., 2000)

Segundo Haykin (2001), o sistema nervoso humano pode ser visto como um sistema de três estágios, conforme apresentado na Figura 4:

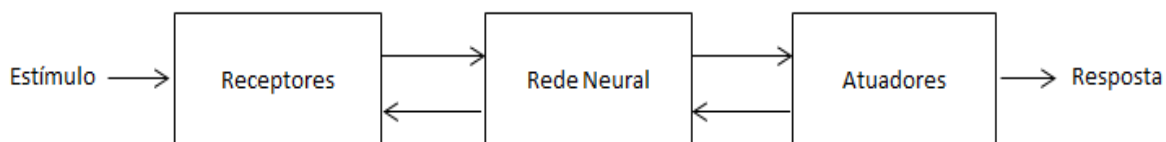


FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO EM DIAGRAMA DOS BLOCOS DO SISTEMA NERVOSO
FONTE: HAYKIN (2001)

Segundo o autor, o centro do sistema nervoso é o cérebro, representado pelo bloco da rede neural, ele recebe continuamente informações, as analisa e, em seguida, toma a decisão apropriada. Já os receptores “(...) convertem estímulos do

corpo humano ou do ambiente externo em impulsos elétricos que transmitem informação para a rede neural”. Por fim, os atuadores “(...) convertem impulsos elétricos gerados pela rede neural em respostas discerníveis como saídas do sistema”.

O cérebro humano contém cerca de 10^{11} neurônios. Cada um destes neurônios processa e se comunica com milhares de outros continuamente e em paralelo. Os neurônios são divididos, de acordo com suas funções específicas, em três seções: o corpo da célula, os dendritos e o axônio (BRAGA ET. AL., 2000). A Figura 5 ilustra os componentes do neurônio biológico.

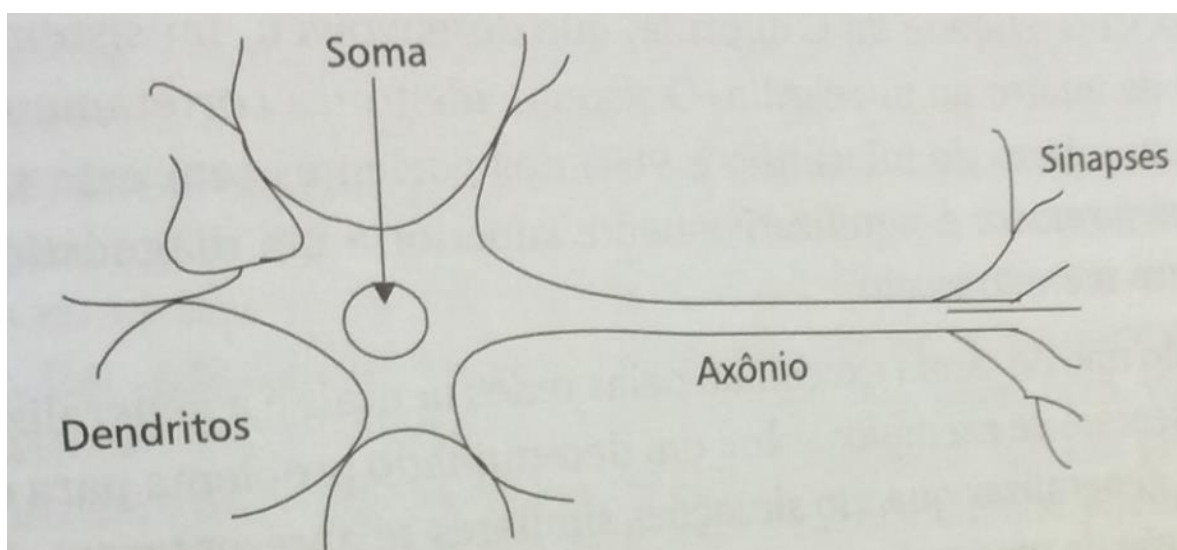


FIGURA 5 - COMPONENTES DO NEURÔNIO BIOLÓGICO
FONTE: CORRAR ET. AL. (2009)

As características de cada um dos componentes e o funcionamento de um neurônio biológico podem ser detalhadas da seguinte forma:

“O corpo do neurônio mede apenas alguns milésimos de milímetros, e os dendritos apresentam pouco milímetros de comprimento. O axônio, contudo, pode ser mais longo e, em geral, tem calibre uniforme. Os dendritos têm por função receber as informações, ou impulsos nervosos, oriundas de outros neurônios e conduzi-las até o corpo celular. Aqui, a informação é processada e novos impulsos são gerados. Estes impulsos são transmitidos a outros neurônios, passando através do axônio até os dendritos dos neurônios seguintes. O ponto de encontro entre a terminação axônica de um neurônio e o dendrito de outro é chamado de sinapse. É pelas sinapses que os nodos se unem funcionalmente, formando redes neurais. As sinapses funcionam como válvulas, e são capazes de controlar a transmissão de impulsos – isto é, fluxo de informação – entre os nodos na rede neural” (Braga et al., 2000)

A sinapse, conforme citada acima, possui a função de unir funcionalmente os neurônios, através da transmissão de impulsos nervosos de um neurônio para o neurônio vizinho. A Figura 6 ilustra uma sinapse entre dois neurônios.

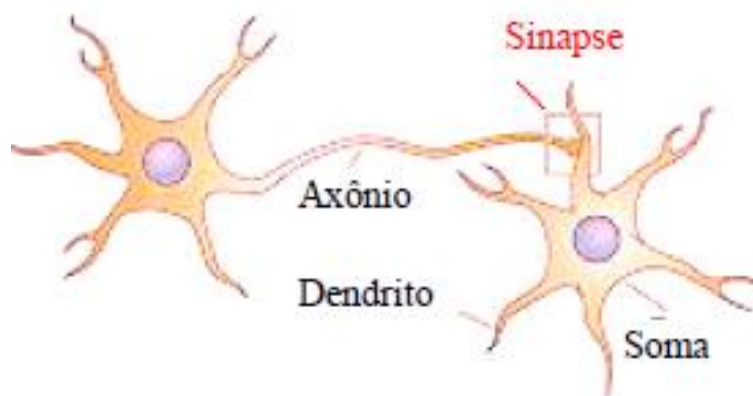


FIGURA 6 - SINAPSE ENTRE NEURÔNIOS
FONTE: CANTO (2009 *apud* NETO,2014)

2.4.2.2 Neurônio Artificial

Segundo Haykin (2001), um neurônio pode ser definido com “(...) uma unidade de processamento de informação que é fundamental para a operação de uma rede neural”.

O exemplo mais antigo de computação neural, conforme citado anteriormente, é o neurônio criado por McCulloch e Pitts. Esses neurônios podem ser construídos para computar algumas informações lógicas, demonstrando que sistemas baseados nesses neurônios podem fornecer um modelo computacional completo (BARONE, 2003). O diagrama da Figura 7 apresenta o modelo de neurônio proposto McCulloch e Pitts.

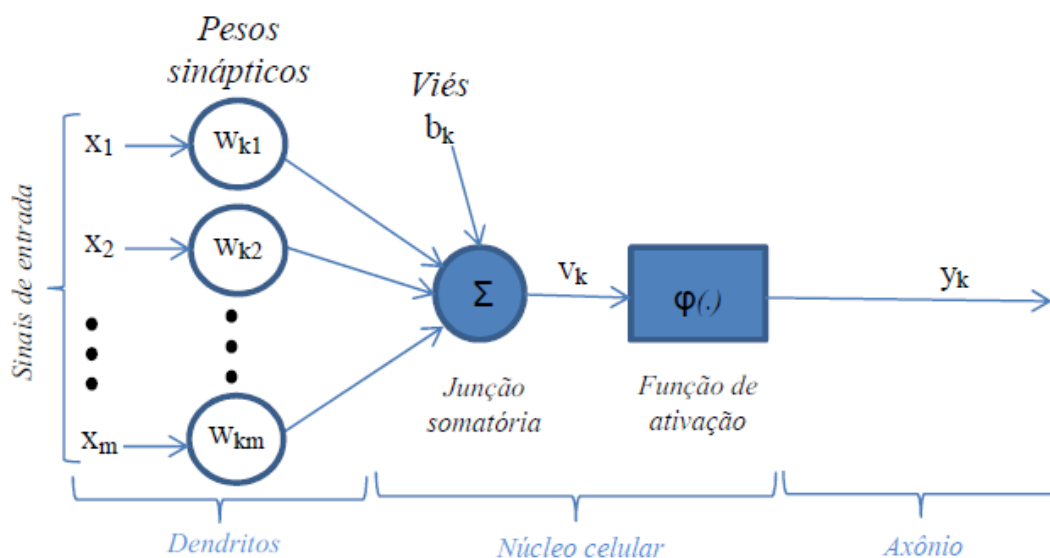


FIGURA 7 - MODELO NÃO LINEAR DE UM NEURÔNIO

FONTE: Adaptado de HAYKIN (2009 *apud* NETO, 2014)

Barone (2003) afirma que um neurônio artificial é formado pelos seguintes elementos: um conjunto de valores de entrada, um conjunto de pesos, um conjunto de funções de ativação e uma saída. Cada um desses elementos é descrito por Luger (2004) da seguinte maneira:

- Conjunto de valores de entrada: Esses dados podem ser gerados a partir do ambiente ou da ativação de outros neurônios.
- Conjunto de pesos: Os pesos descrevem as forças de conexão
- Conjunto de ativação: O nível de ativação é determinado pela força cumulativa de seus sinais de entrada. Ele é calculado pela soma ponderada das entradas.
- Função de ativação: Esta função calcula o estado final, ou de saída, do neurônio, determinando o quanto o nível de ativação do neurônio está acima de um valor limiar.

Adicionalmente, Haykin (2001) afirma que existe um *bias* sendo aplicado externamente. Esse *bias* possui a função de aumentar ou diminuir a entrada líquida da função de ativação, dependendo se ele é positivo ou negativo, respectivamente. Em termos matemáticos, o autor afirma que um neurônio k pode ser descrito através do par formado pelas equações a seguir:

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j$$

e

$$y_k = \varphi(u_k + b_k)$$

Onde:

x_j : são os sinais de entrada;

w_{kj} : são os pesos sinápticos do neurônio k ;

u_k : é a saída do combinador linear devido aos sinais de entrada;

b_k : é o bias;

φ : é a função de ativação;

y_k : é o sinal de saída do neurônio.

Silva (2003) afirma que apesar do neurônio artificial criado por McCulloch e Pitts ser muito simples quando comparado com um neurônio real, ainda sim é possível criar uma comparação de estruturas entre eles: cabos e interconexões modelam os dendritos, os pesos das conexões são as sinapses e o potencial limite aproxima a atividade do corpo celular.

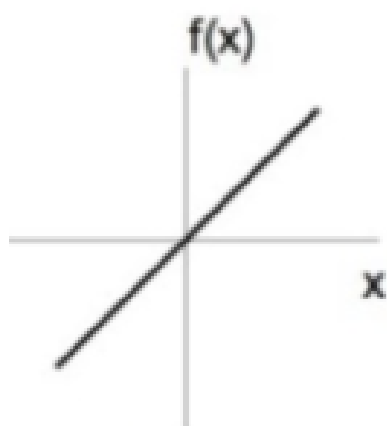
2.4.2.3 Funções de ativação

Segundo Braga et. al. (2000), “A partir do modelo proposto por McCulloch e Pitts, foram derivados vários outros modelos que permitem a produção de uma saída qualquer, não necessariamente 0 ou 1, e com diferentes funções de ativação”. Conforme citado anteriormente, a função de ativação é responsável por calcular o estado final, ou de saída, do neurônio.

Uma função de ativação pode ser tanto linear quanto não linear. A função linear busca acompanhar as características lineares dos valores da variável de entrada, seus resultados podem ser comparados aos resultados de uma regressão linear. (CORRAR ET. AL., 2007 *apud* NETO, 2014). Já a função não linear busca absorver as características não lineares dos valores de entrada. (NETO, 2014)

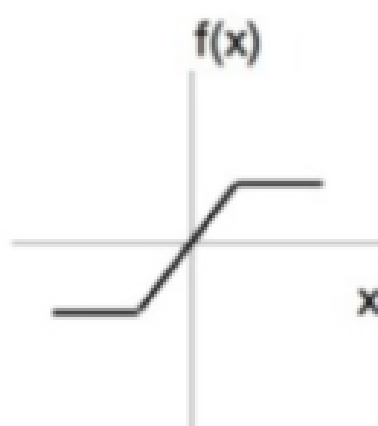
Braga et. al (2000) destaca quatro tipos de funções de ativação: a função linear, a função rampa, a função degrau e a função sigmoidal. A Figura 8 ilustra

graficamente as quatro funções de ativação e suas respectivas equações de ativação.



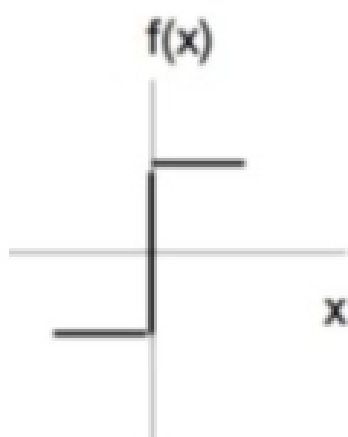
Função de ativação linear

$$f(x) = ax$$



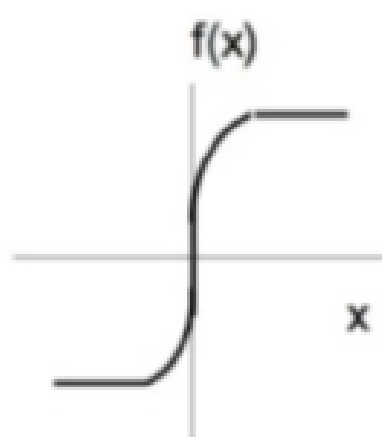
Função de ativação rampa

$$f(x) = \begin{cases} +\gamma & \text{se } x \geq \gamma \\ x & \text{se } x = \gamma \\ -\gamma & \text{se } x \leq -\gamma \end{cases}$$



Função de ativação rampa

$$f(x) = \begin{cases} +\gamma & \text{se } x \geq 0 \\ -\gamma & \text{se } x < 0 \end{cases}$$



Função de ativação sigmoidal

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}}$$

FIGURA 8 - FUNÇÕES DE ATIVAÇÃO
FONTE: Adaptado de BRAGA ET AL. (2000)

2.4.3 Arquitetura de redes

Uma RNA contempla vários neurônios interligados, que trabalham de maneira organizada e específica, até que se produza o resultado final. Uma rede de neurônios pode ser organizada em diversas topologias e arquiteturas. O problema a ser tratado é que vai direcionar qual é o melhor tipo de rede a ser utilizada. (Neto, 2004)

Na mesma linha de raciocínio, Braga et. al. (2000) afirma que a definição de uma arquitetura de rede é extremamente importante para o resultado final, uma vez que ela restringe o tipo de problema a ser tratado pela rede. A maneira pela qual os neurônios estão organizados, segundo Haykin (2001), está ligada com o algoritmo de aprendizagem usado para o treinamento da rede.

Segundo Neto (2004), uma arquitetura de rede pode “(...) ser classificada e caracterizada ao número de camadas ocultas e quanto ao sentido do fluxo de dados. Quanto ao número de camadas ocultas, ela pode ser camada única (*single layer*) ou multicamadas (*multilayer*). Quanto ao sentido do fluxo de dados, ela pode ser alimentada adiante (*feedforward*) ou recorrente.

As principais classes de arquitetura de rede fundamentalmente diferentes, de acordo com Haykin (2001), são: redes alimentadas adiante com camada única, redes alimentadas diretamente com múltiplas camadas, redes recorrentes. Cada uma dessas redes é detalhada na sequencia.

2.4.3.1 Redes alimentadas adiante (*feedforward*) com camada única

As redes diretas ou *feedforward* são definidas, segundo Azevedo et.al (2000), como aquelas cujo grafos não tem ciclo. Segundo Russel et. al (2004), uma rede de alimentação direta representa “(...) uma função da sua entrada atual; desse modo, ela não tem nenhum estado interno além dos pesos propriamente ditos”.

Segundo Frigeri (1997 apud Barone, 2003), as redes *feedforward* são utilizadas quando se podem manipular todas as informações relacionadas com o problema de uma única vez, ou seja, existe um padrão que envolve um conjunto de dados.

Neto (2004) define camada como “(...) um conjunto de neurônios que não se comunicam diretamente entre si e os dados recebidos pela camada são processados paralelamente entre os seus neurônios componentes. Quando há conexão direta entre dois neurônios, significa que eles estão em camadas diferentes”.

Segundo Braga et. al. (2000), nas redes com camada única só existe um nó entre qualquer entrada e qualquer saída de rede. O grafo na Figura 9 ilustra uma rede *feedforward* de camada única.

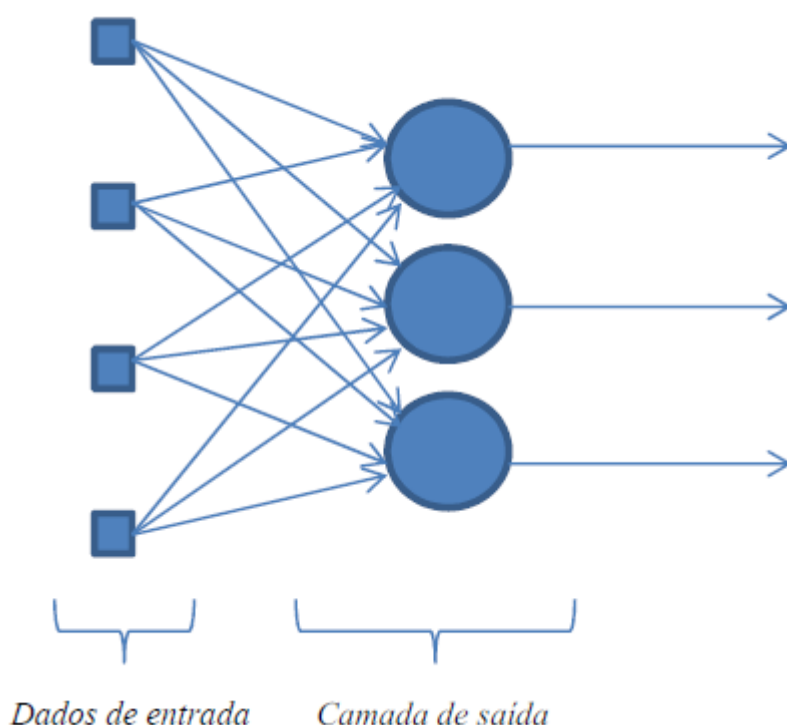


FIGURA 9 - REDE DE CAMADA ÚNICA
FONTE: NETO (2004)

2.4.3.2 Redes alimentadas diretamente (*feedforward*) com várias camadas

Braga et al. (2000) afirmam que as redes de múltiplas camadas são formadas por mais de um neurônio entre alguma entrada e alguma saída de rede

As redes de múltiplas camadas se distinguem da rede neural adiante pela presença de uma ou mais camadas ocultas, conhecidos como neurônios ocultos ou unidades ocultas. A função dos neurônios ocultos é intervir entre a entrada externa e

a saída da rede de uma maneira útil, tornando a rede capaz de extrair estatísticas de ordem elevada. (HAYKIN, 2001)

O grafo na Figura 10 ilustra que, segundo Neto (2004), “(...) além de haver um processamento paralelo entre os neurônios dentro de uma mesma camada, há um processamento em série com um que percorre uma ou mais camadas até ser alcançada a camada de saída”.

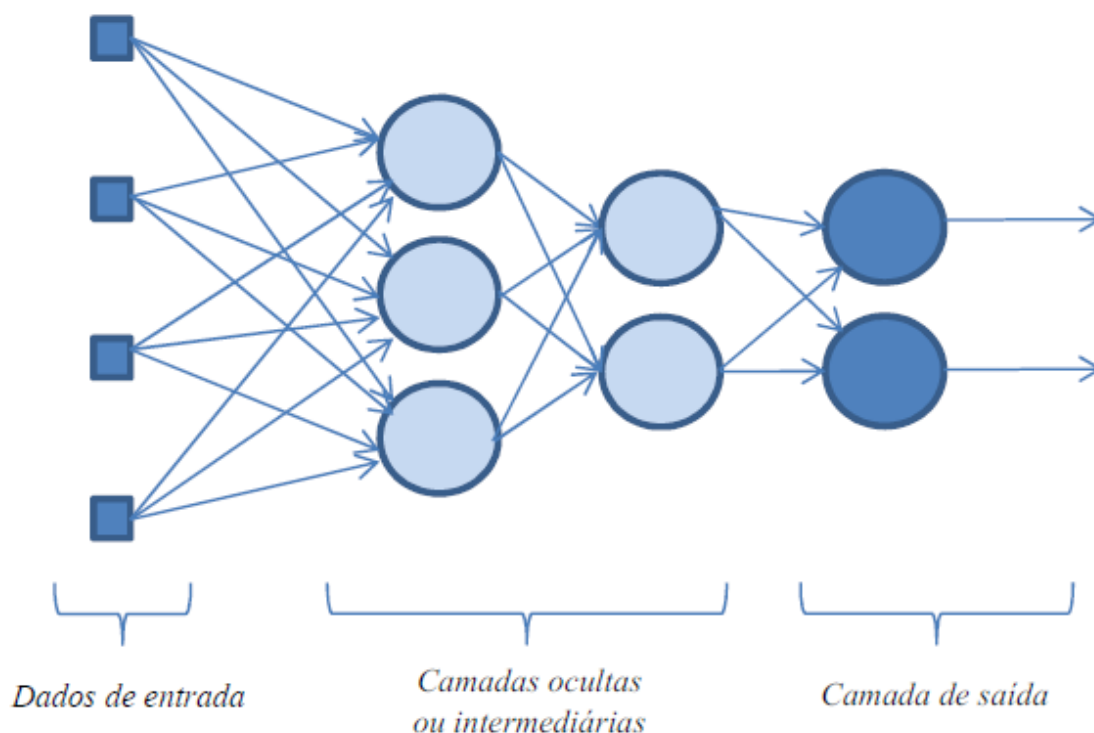


FIGURA 10 - REDE DE VÁRIAS CAMADAS
FONTE: NETO (2004)

2.4.3.3 Redes recorrentes

Uma rede recorrente utiliza, segundo Russell et. al (2004), suas saídas para alimentar de volta suas próprias entradas, caracterizando uma rede cíclica, seus níveis de ativação formam um sistema dinâmico que pode atingir a estabilidade ou grandes oscilações.

Segundo Neto (2004), nas redes recorrentes, o resultado produzido serve de informação para si próprio ou para outro neurônio localizado em um ponto anterior da RNA. O grafo da Figura 11 ilustra o processo de retroalimentação de uma rede recorrente com somente um neurônio.

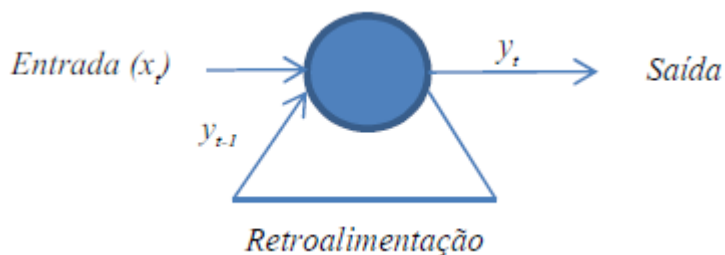


FIGURA 11 - REDE RECORRENTE COM APENAS UM NEURONIO
 FONTE: NETO (2004)

2.4.4 Processos de aprendizagem

Segundo Frigeri (1997 apud Barone, 2003), o aprendizado ou treinamento de um RNA é iniciado após a preparação dos dados e da escolha do modelo e da arquitetura de RNA a ser utilizados. O processo de aprendizagem no contexto de redes neurais pode ser definido como:

“(...) processo pelo qual os parâmetros livres de uma rede neural são adaptados através de um processo de estimulação pelo ambiente no qual a rede está inserido. O tipo de aprendizagem é determinado pela maneira pela qual a modificação dos parâmetros ocorre” (Mendel *et.al*, 1970 apud Haykin, 2001)

Em outras palavras, Corrar et. al (2009) afirmam que aprender significa “(...) passar por um processo em que os neurônios possam armazenar as características dos dados de entrada”.

De acordo com Haykin (2001), o processo de aprendizado implica a seguinte sequência de eventos:

1. A rede neural é estimulada por um ambiente.
2. A rede neural sofre modificações nos seus parâmetros livres como resultado desta estimulação.
3. A rede neural responde de uma maneira nova ao ambiente, devido às modificações ocorridas na sua estrutura interna.

Neto (2004) afirma que “A cada vez que estímulos são recebidos pela RNA na etapa de aprendizagem, a sequência de eventos é novamente engatilhada, até

que a RNA se torne experiente o suficiente e tenha seus pesos ajustados adequadamente para minimizar erros de previsão”

Diversos métodos, segundo Braga *et al.* (2000), foram desenvolvidos para treinamento de redes, podendo ser agrupados em dois paradigmas principais: aprendizado supervisionado e aprendizado não supervisionado. Os dois paradigmas serão detalhados na sequência do trabalho.

2.4.4.1 Aprendizado Supervisionado

Braga *et al.* (2000) afirmam que o método de aprendizado supervisionado é o mais comum no treinamento de RNAs. Esse método tem como principal característica a presença de um supervisor (professor) externo fornecendo a entrada e a saída desejada. Ainda segundo os autores, esse método objetiva o ajuste dos parâmetros da rede, de forma a encontrar uma ligação entre os pares de entrada e saída fornecidos.

Nesse método, os valores de entrada e saída são comparados, caso exista uma diferença entre os dois valores, o modelo é ajustado na esperança de melhorar os resultados. (HAIR ET. AL., 2005).

O funcionamento do método supervisionado acontece da seguinte maneira:

“Durante a sessão de treinamento de uma RNA, pares de entrada e saídas são apresentadas à ela. A rede toma cada entrada e produz uma resposta na saída. Esta resposta é comparada com o sinal de saída desejado. Se a resposta geral difere da resposta desejada, a RNA gera um sinal de erro, o qual é, então, usado para calcular o ajuste que deve ser feito para os pesos sinápticos da rede. Assim, a saída real casa com a saída desejada. Em outras palavras, o erro é minimizado. O processo de minimização do erro requer um circuito especial conhecido com um professor ou supervisor, daí o nome Aprendizado Supervisionado.” (Azevedo *et.al*, 2000)

O funcionamento descrito acima pode ser ilustrado através do diagrama da Figura 13:

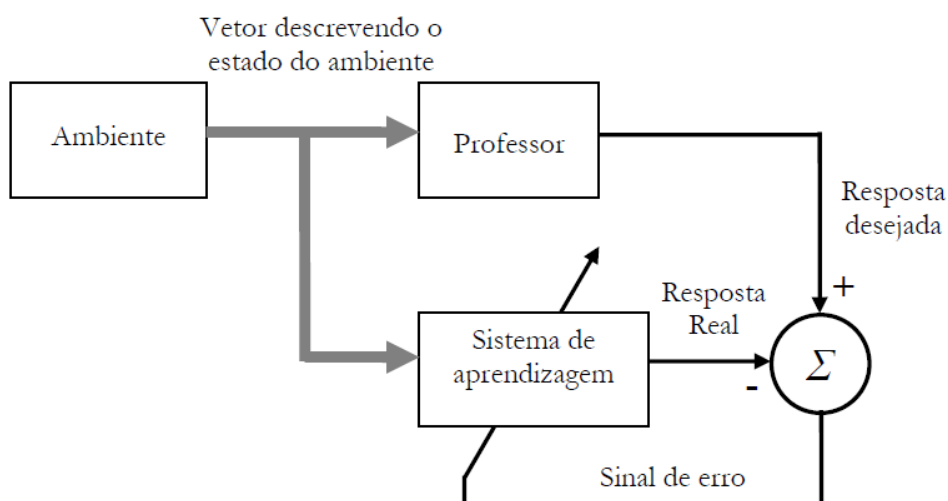


FIGURA 12 - APRENDIZADO SUPERVISIONADO
 FONTE: HAYKIN (2001)

Um dos exemplos mais conhecidos de algoritmos para aprendizados supervisionados é o algoritmo *backpropagation*.

2.4.4.1.1 Aprendizado por retropropagação

Nesse método, o erro no valor de saída é calculado e distribuído para trás ao longo do sistema, ajustando dessa forma os pesos de cada neurônio desde a última camada da RNA até a primeira camada. (HAIR ET. AL., 2005).

Neto (2014) afirma que o funcionamento do método retropropagação acontece basicamente em duas etapas: Na primeira delas, conhecida como propagação, os estímulos percorrem a rede do seu início até o final. Ao chegar no final, o ajuste de dos pesos de cada neurônio é iniciado percorrendo a rede do final até o início.

O seu funcionamento é demonstrado na Figura 10:

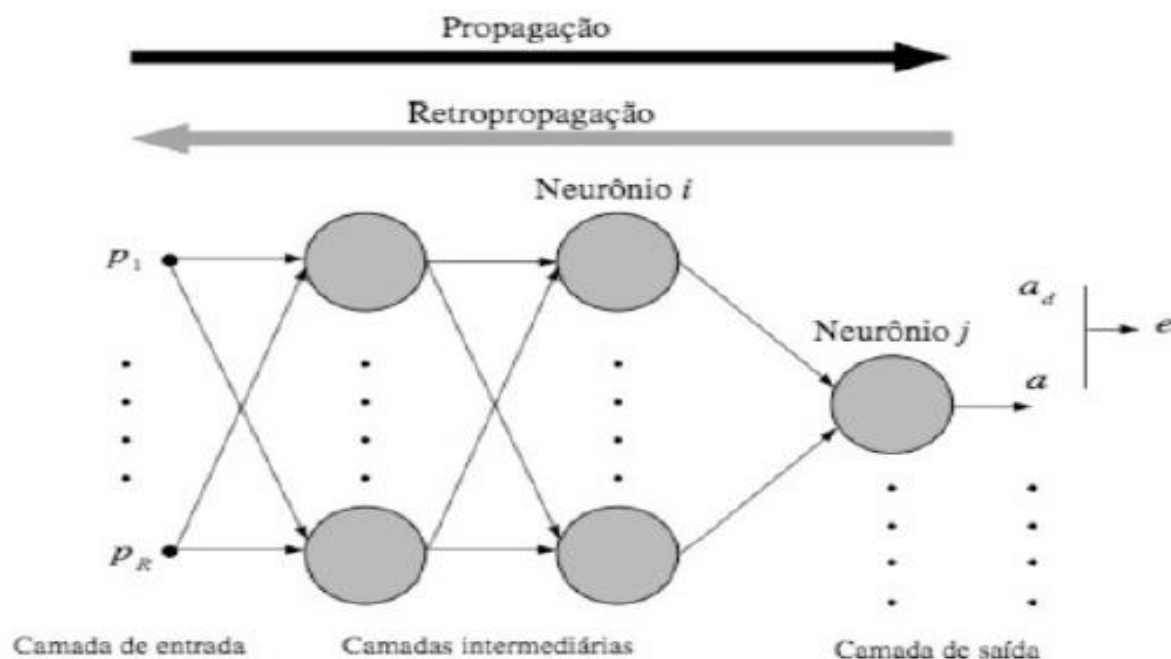


FIGURA 13 - ILUSTRAÇÃO DO ALGORITMO BACKPROPAGATION
 FONTE: MATSUNAGA (2002 apud ALMEIDA, 2013)

2.4.4.2 Aprendizado Não Supervisionado

Segundo Azevedo et al. (2000), o método do aprendizado não supervisionado se difere do supervisionado em razão da não presença de um professor, ou seja, nesse método não existe uma saída desejada. Durante o treinamento, a RNA recebe excitações muito diferentes ou padrões de entrada e organiza os padrões categorias. Quando uma entrada é aplicada à rede, uma resposta indicando a classe a qual a entrada pertence é fornecida. Seu funcionamento é apresentado na Figura 14:

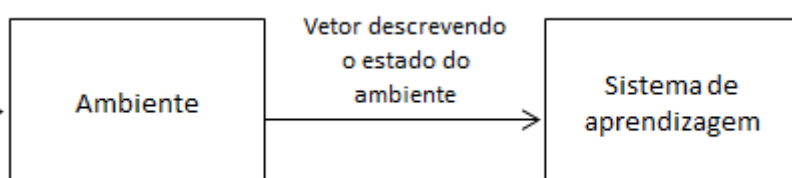


FIGURA 14 - APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO
 FONTE: HAYKIN (2001)

2.4.5 Treinamento e teste

Martinelli (1999) afirma que para obtenção de um bom resultado de uma Rede Neural, “(...) devem ser feita várias divisões do mesmo conjunto de dados em conjunto de treinamento e de testes. Este método, chamado de *cross validation*, fornece uma estimativa mais realista do erro a ser cometido pelo método de classificação utilizado”. Na mesma linha de raciocínio, Barone (2003) separa um desenvolvimento de uma RNA opera em duas fases:

1. Treinamento: quando os valores das sinapses estão sendo ajustados.
2. Atuação: quando os valores das sinapses não mudam.

Conforme comentado anteriormente, o treinamento, também chamado de aprendizado, é a fase do desenvolvimento da rede neural, onde os pesos são ajustados para a produção das saídas desejadas para cada um dos tipos de dados de entrada. A rede passa por inúmeras interações do seu conjunto de dados até que os pesos sejam consistentes para que toda a informação de treinamento seja derivada pela rede. (GAZONI, 1999)

Após o final do treinamento, é necessário testar a rede para verificar se as entradas estão produzindo saídas apropriadas, logo, seu objetivo é examinar a *performance* da rede. Para ser realizado o teste, novas informações de entrada devem ser utilizadas, medindo assim a habilidade da rede de classificar os dados de entrada. (GAZONI, 1999)

Martinelli (1999) afirma que o conjunto de treinamento utiliza mais exemplos de uma classe em relação ao conjunto de teste. Portanto, é necessária uma distribuição de classes balanceada, a fim de favorecer uma análise estatística mais confiável.

Em pesquisa realizada por Almeida (2013) foi possível observar a % divisão dos dados selecionados entre amostra de treinamento e amostra de teste, conforme apresentado no Quadro 4. Vale ressaltar que todos esses trabalhos tiveram resultados satisfatórios.

Autores trabalhos anteriores	Treinamento	Teste
Roque (2009)	70%	30%
Mello (2004)	67%	33%
Gambogi e Costa (2013)	60%	40%

QUADRO 4 – RELAÇÃO ENTRE TAMANHO DO TREINAMENTO E TAMANHO DO TSTE
FONTE: Almeida (2013)

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo mostrar qual foi a metodologia aplicada na pesquisa. Serão apresentados, primeiramente, a razão da escolha do tema e qual será o método utilizado para interpretação dos resultados. Em seguida, será mostrado como foram obtidos os dados e, por fim, com estes dados serão analisados para se cumprirem os objetivos.

O desenvolvimento do trabalho foi baseado em algumas etapas, são elas: determinação do tema e o problema de pesquisa, especificação dos objetivos gerais e específicos, determinação do método de pesquisa, construção de uma revisão da literatura, determinação dos instrumentos e procedimentos de coleta da informação, transcrição e análise dos dados e, por fim, a discussão dos resultados e conclusão.

3.1 MÉTODO DA PESQUISA

O tema é o assunto geral que desejamos investigar. Trata-se de uma definição razoavelmente ampla, que servirá de ponto de partida para todo esforço subsequente do pesquisador. É uma delimitação daquilo que se quer investigar. (Apolinário, 2012)

O tema escolhido foi o investimento em Ofertas Públicas Iniciais, pois o investidor que procura a captação de recursos nessa modalidade não possui muitas informações que auxiliem ele na tomada de decisão. Através disso, se procurou um método matemático capaz de cumprir esse objetivo de auxiliar o investidor, para isso foi escolhido as Redes Neurais.

Após a determinação do tema do trabalho foi necessário formular o problema da pesquisa determinando quais os seus objetivos. Para se alcançar os objetivos determinados é preciso seguir um método/metodologia.

Para Hegenberg (1976), método é o “caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão de modo refletido e deliberado”. Complementado a afirmação, Lakatos (2010) define

método como o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, trançando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões. Segundo Costa (2001), a metodologia é a ciência que estuda os métodos utilizados no processo de conhecimento, ela consiste em avaliar os vários métodos disponíveis, identificando suas limitações ou não no âmbito das implicações de suas aplicações.

É possível afirmar que existem diferentes métodos que correspondem a cada ramo da ciência e cada tema a ser pesquisado, as classificações dos métodos são muitas. Para esse método será utilizada a classificação que divide os métodos de acordo com a abordagem.

O método da abordagem possui um caráter geral e é responsável pelo raciocínio utilizado no desenvolvimento das etapas fundamentais de uma pesquisa científica. (Andrade, 2001)

Dentre os métodos de abordagem, destacam-se o indutivo e o dedutivo. Ambos os métodos possuem a fundamentação em premissas.

A diferença entre eles é que nos dedutivos, as premissas verdadeiras levam inevitavelmente a uma conclusão verdadeira, enquanto nos indutivos conduzem apenas a conclusões prováveis. (Lakatos, 2010)

Na mesma linha de raciocínio, Salmon (1978) apud Lakatos (2010) aponta duas características básicas que distinguem os argumentos dedutivos dos indutivos. Para os dedutivos, se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão deve ser verdadeira e toda a informação ou conteúdo fatural, já estava, pelo menos implicitamente, nas premissas. Já para os indutivos, se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão é provavelmente verdadeira, mas não necessariamente verdadeira e a conclusão encerra a informação que não estava, nem implicitamente, nas premissas.

O trabalho está fundamentado no método de abordagem indutivo, pois os resultados obtidos levam apenas a prováveis conclusões. Os resultados encontrados servirão como uma tendência/orientação para o investidor e não como uma certeza.

3.2 PROJETO DE UMA REDE NEURAL

Segundo Mello (2004) *apud* Almeida (2013), o projeto de uma Rede Neural Artificial consiste na execução de em sequência de etapas, são elas:

1. Identificação e coleta dos dados históricos relevantes para o problema.
2. Adequação dos dados ao formato requerido pela rede neural, ou seja, formatação dos dados.
3. Divisão dos dados em conjunto de treinamento e conjunto de teste.
4. Escolha do modelo neural e definição da topologia da rede (arquitetura, algoritmo de aprendizado e funções de ativação).
5. Desenvolvimento, treinamento e validação do modelo.
6. Comparação do resultado obtido com o resultado desejado.

Vale ressaltar que o projeto desenvolvido foi readaptado do trabalho apresentado por Almeida (2013). As principais readaptações foram:

- Utilização de outros dados de entrada.
- Combinação dos dados para a formação dos conjuntos de treinamento e teste.
- Formatação dos dados de entrada requeridos pela Rede Neural.
- Período de análise dos IPOs.

3.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise do trabalho, foram selecionadas as ações das empresas que abriram capital na bolsa de valores de São Paulo, durante o período de janeiro de 2004 até dezembro de 2014. Esse período, a partir de 2004, foi escolhido em razão de uma maior facilidade na obtenção dos dados.

A relação das 152 empresas que realizaram o IPO no referido período foram obtidas no site da BM&F Bovespa e estão apresentadas no Quadro 5.

Empresa			
Natura	Odonto Prev	Minerva	Cetip
Gol	Positivo Inf	Patagonia	Direcional
ALL Amer Lat	Lopes Brasil	Guarani	Fleury
CPFL Energia	Dufry Bras	MRV Engenharia	Aliansce
Grendene	PDG Realty	Triunfo Part	Multiplus
Dasa	Rodobens	Kroton Edu.	Br Properties
Porto Seguro	Camargo Correa	Banco ABC Brasil	OSX Brasil
Renar	Tecnisa	Springs Global	Ecorodovias
Submarino	Iguatemi	Multiplan	Mills Estruturas
Localiza	Sao Martinho	Providencia	Julio Simões Logística
TAM S/A	GVT Holding	General Shopping	Renova
Energias BR	Anhanguera	Estácio Part	HRT Petróleo
OHL Brasil	Jbs S.A	Cosan Ltd	Br Insurance
Nossa Caixa	Banco Pine	Satipel - Duratex	Raia
Cosan	Even	Sul America	Arrezo Co
Uol	Br Malls	Bic Banco	Sierra Brasil
Vivax	JHSF Part	Trisul S/A	Autometal
Copasa	Fer Heringer	Tenda	QGEP Part
Gafisa	Metal Frio	SEB	IMC Holdings
Company	Bematech	Marisa	Time For fun
Totvs	CR2	Agrenco	Magazine Luiza
Csu CardSyst	Agraincorp	Bovespa Holding	BR Pharma
Equatorial	Banco Sofisa	Helbor	Qualicorp
Abnote	Cremer	Br Brokers	Technos
Brasil Agro	Wilson Sons	Amil	Abril
Lupatech	Tarpon		BTG Pactual
GP Invest	Inpar S/A	Laep	Unicasa
Datasul	Paraná Banco	Panamericano	Locamerica
MMX Miner	SLC Agícola	BM&F	Linx
Abyara	Log - in	MPX Energia	Senior Sol
Medial Saude	EZTec	Tempo Part	Biosev
Klabinsegall	Cruzeiro Sul	Nutriplant	Alupar
Santos Brasil SA	Daycoval	Hypermarcas	Bb Seguridade
M.Diasbranco	Marfrig	Le Lis Blanc	Smiles
Brascan Res	Tegma	OGX Petróleo	Cpfl Renovav
Profarma	Indusval	Visanet	Anima
Terna Part	RedeCard	Tivit	Ser Educa
Eco Diesel	Invest Tur	Santander BR	Cvc Brasil
			Ourofino S/A

QUADRO 5 – EMPRESAS QUE ABRIRAM CAPITAL ENTRE 2004 e 2014.

FONTE: O AUTOR (2015) COM BASE EM INFORMAÇÕES DA BM&FBOVESPA

Para a elaboração do trabalho, foram utilizadas diversas informações de cada uma das empresas listadas no quadro acima. As características utilizadas foram as que estavam disponíveis aos investidores antes da abertura de capital, portanto, nenhuma informação de entrada utilizada nesse trabalho é referente ao período pós IPO.

As cotações diárias de cada ação das empresas escolhidas, foram obtidas através do banco de dados do site da BM&FBovespa. Para análise, esses dados foram exportados para uma planilha em MS Excel® e organizados de maneira a facilitar a observação e a análise dessas cotações. Os demais dados coletados estão apresentados no Quadro 6. Alguns desses dados foram tratados e/ou utilizados para o cálculo de indicadores.

Característica	Fonte dos dados
Data	Site da BM&F Bovespa
Setor	Site da BM&F Bovespa
Segmento	Site da BM&F Bovespa
Empresas financiadas por PE/VC ?	Prospecto definitivo de cada empresa
Governança Corporativa	Site da BM&F Bovespa
Banco Coordenador	Prospecto definitivo de cada empresa
Nº total de investidores	Site da BM&F Bovespa
Volume total a ser levantado no IPO	Site da BM&F Bovespa
Natureza da oferta	Site da BM&F Bovespa
Distribuição da participação de Investidores	Site da BM&F Bovespa
Taxa Selic	Site do Banco Central
Índice IBOVESPA	Site da BM&F Bovespa
Audidores Independentes	Prospecto definitivo de cada empresa
Ativo Circulante (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Ativo Não Circulante (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Ativo RLP (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Imobilizado (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Ativo Total (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Passivo Circulante (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Passivo Não Circulante (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Patrimônio Líquido (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
Passivo Total (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
EBITDA para o último trimestre (R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa
EBITDA do último ano(R\$)	Prospecto definitivo de cada empresa

QUADRO 6 – FONTE DOS DADOS COLETADOS PARA ELABORAÇÃO DO TRABALHO
FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1 Parâmetros de entrada da rede

Os dados coletados, tratados ou calculados foram divididos em 7 categorias, conforme o tipo da informação que o dado apresentada, são elas: Características da empresa, características do lançamento, situação econômica do Brasil, informações do balanço divulgado no prospecto definitivo, indicadores econômico-financeiros, participação de cada elemento no balanço patrimonial e informações relacionadas ao EBTIDA. As informações integrantes de cada um dos grupos serão detalhadas na sequência.

3.3.1.1 Característica da empresa

3.3.1.1.1 Setor e Segmento

As empresas que abriram capital foram categorizadas pela BM&F Bovespa em 10 setores econômicos, são eles: bens industriais; construção e transporte; consumo cíclico; consumo não cíclico; financeiro e outros; materiais básicos; petróleo, gás e biocombustíveis, tecnologia de informação, utilidade pública e telecomunicações. Essa informação foi inserida na matriz de entrada de duas maneiras: valores de entrada ou em números binários [0;1]. (A entrada a ser utilizada vai depender do modelo utilizado. Os modelos serão explicados na sequência do trabalho). Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 7.

Setor	Ocorrências	Valor De Entrada
Construção e Transporte	34	1
Financeiro e Outros	32	2
Consumo não Cíclico	27	3
Consumo Cíclico	26	4
Utilidade Pública	9	5
Tecnologia da Informação	8	6
Materiais Básicos	5	7
Bens Industriais	5	8
Petróleo, Gás e Biocomb.	5	9
Telecomunicações	1	10

QUADRO 7 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS - SETOR ECONÔMICO
FONTE: O AUTOR (2015)

As empresas que abriram IPO foram categorizadas pela BM&F Bovespa em 52 segmentos de atuação. Assim como os dados dos setores econômicos, os segmentos também foram inseridos na matriz de duas maneiras. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 8.

Segmento de atuação	Ocorrências	Valor De Entrada
Construção Civil	20	1
Bancos	13	2
Exploração de Imóveis	9	3
Alimentos Diversos	8	4
Energia Elétrica	8	5
Serv. Méd. Hospit., Análises e Diagnósticos	7	6
Serviços Educacionais	6	7
Programas e Serviços	6	8
Serviços Financeiros Diversos	5	9
Exploração e/ou Refino	4	10
Seguradoras	3	11
Produtos Diversos	3	12
Medicamentos	3	13
Serviços Diversos	3	14
Tecidos, Vestuário e Calçados	3	15
Carnes e Derivados	3	16
Exploração de Rodovias	3	17
Fertilizantes e Defensivos	2	18
Programas de Fidelização	2	19
Transporte Aéreo	2	20
Computadores e Equipamentos	2	21
Medicamentos e Outros Produtos	2	22
Intermediação Imobiliária	2	23
Aluguel de Carros	2	24
Serviços de Apoio e Armazenagem	2	25
Holdings Diversificadas	2	26
Transporte Rodoviário	2	27
Transporte Hidroviário	1	28
Laticínios	1	29
Acessórios	1	30
Equipamentos Elétricos	1	31
Televisão Por Assinatura	1	32
Fios e Tecidos	1	33
Produção de Eventos e Shows	1	34
Motores, Compressores e Outros	1	35

Transporte Ferroviário	1	36
Açúcar e Alcool	1	37
Madeira	1	38
Móveis	1	39
Material Rodoviário	1	40
Restaurante e Similares	1	41
Materiais Diversos	1	42
Jornais, Livros e Revistas	1	43
Viagens e Turismo	1	44
Telefonia Fixa	1	45
Prod. de Uso Pessoal	1	46
Eletrrodomésticos	1	47
Máquinas e Equipamentos	1	48
Água e Saneamento	1	49
Corretoras de Seguros	1	50
Minerais Metálicos	1	51
Calçados	1	52

QUADRO 8 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – SEGMENTO DE ATUAÇÃO
 FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.1.2 Presença de investimentos de fundos *private equity*

Esse parâmetro divide as empresas que tiveram investimentos de fundos *Private Equity* antes de abrirem o capital das empresas que não receberam esse investimento. Essa informação também foi inserida de duas maneiras na matriz de teste. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 9.

<i>Fundos Private Equity</i>	Ocorrências	Valor De Entrada
Não	88	1
Sim	64	2

QUADRO 9 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – *FUNDOS PRIVATE EQUITY*
 FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.2 Característica do IPO

3.3.1.2.1 Segmento de listagem

A BM&FBovespa (2012) conceitua governança corporativa como um sistema pelo qual as sociedades são geridas a partir do relacionamento entre acionistas, conselho de administração, diretoria, auditoria independente e conselho fiscal. Boas práticas visam aumentar o valor da empresa, facilitar o seu acesso ao capital e contribuir para sua penalidade.

O segmento de listagem também foi utilizado como parâmetro de entrada. Essa informação foi inserida na matriz de entrada de duas maneiras: valores de entrada ou em números binários. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 10.

Segmento de listagem	Ocorrências	Valor De Entrada
NM	114	1
N2	20	3
BDR	8	4
N1	7	2
Outros	3	5

QUADRO 10 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – SEGMENTO DE LISTAGEM
FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.2.2 Banco Coordenador

Nesse parâmetro de entrada são utilizados os bancos responsáveis por coordenar os IPOs, eles têm como objetivo coordenar a operação de abertura de capital das empresas junto à bolsa de valores e a CVM. Cada empresa que irá abrir o capital tem o poder de escolha desse coordenador. No período analisado, 21 bancos tiveram a oportunidade de coordenar pelo menos uma das operações de abertura de capital. Essa informação foi inserida na matriz de entrada de duas maneiras: valores de entrada ou em números binários. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 11.

Banco coordenador	Ocorrências	Valor De Entrada
CS	41	1
UBS Pactual	26	2
Itaú BBA	14	3
BTG Pactual	8	4
Merril Lynch	8	5
UBS	7	6
Pactual	7	7
Morgan Stanley	7	8
JP	6	9
ITAU	6	10
Bradesco	5	11
UNIBANCO	5	12
Santander	4	13
BB Investimentos	1	14
HSBC	1	14
Elite	1	14
ABN	1	14
DEUTSCH	1	14
CITI	1	14
Fator	1	14
Votorantim	1	14

QUADRO 11 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – BANCOS COORDENADORES
 FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.2.3 N° total de investidores e distribuição da participação deles

Estes parâmetros de entradas forneceram o número de investidores participantes e a distribuição da participação deles entre: varejo, estrangeiros, institucionais e outros. Os valores de entrada destes parâmetros são os números de investidores e as % de participação de cada um dos grupos. Em ambos os métodos utilizados esse valor foi o inserido na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

3.3.1.2.4 Preço de lançamento

Outro parâmetro de entrada foi o preço de lançamento de cada ação. O valor de entrada deste parâmetro é o próprio preço de lançamento. Em ambos os métodos utilizados esse valor foi o inserido na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

3.3.1.2.5 Volume total a ser capitado

O fator considerado neste parâmetro é o volume total investido em cada IPO. Os valores de entrada deste parâmetro foram normatizados, com o objetivo de diminuir o valor absoluto da diferença entre eles. Em ambos os métodos utilizados esses valores foram os inseridos na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

3.3.1.2.6 Natureza da oferta

O parâmetro referente à natureza da oferta é formada pelas 3 naturezas existentes, são elas: mista, secundária e primária. Essa informação foi inserida na matriz de entrada de duas maneiras: valores de entrada ou em números binários. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 12.

Natureza da oferta	Ocorrências	Valor De Entrada
Mista	86	1
Primária	51	2
Secundária	15	3

QUADRO 12 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – NATUREZA DA OFERTA
FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.2.7 Dia da Semana e mês do lançamento

As últimas características utilizadas como parâmetro de entrada da rede nessa categoria, foi o dia da semana e o mês em que foi realizada a abertura de capital de cada empresa. Essas informações foram inseridas na matriz de entrada de duas maneiras: valores de entrada ou em números binários. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 13.

Dia da semana no lançamento	Ocorrências	Valor De Entrada
Segunda	47	1
Terça	10	2
Quarta	26	3
Sexta	43	4
Quinta	26	5
Mês do lançamento	Ocorrências	Valor De Entrada
Janeiro	4	1
Fevereiro	15	2
Março	9	3
Abril	26	4
Maio	8	5
Junho	17	6
Julho	24	7
Agosto	1	8
Setembro	4	9
Outubro	26	10
Novembro	8	11
Dezembro	10	12

QUADRO 13 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – DIA DA SEMANA E MÊS
FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.3 Situação econômica do Brasil

3.3.1.3.1 Taxa Selic

O primeiro parâmetro de entrada relacionado com a situação econômica do País na data do IPO é a taxa Selic, também conhecida como taxa básica de juros da economia brasileira. Os valores de entrada destes parâmetros é a taxa Selic da data

de abertura. Em ambos os métodos utilizados esse valor foi o inserido na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

3.3.1.3.2 Pontuação do IBOVESPA

Outro parâmetro de entrada relacionado com a situação econômica do País é a pontuação do IBOVESPA no fechamento do dia anterior a data do IPO. Os valores de entrada deste parâmetro foram normalizados, com o objetivo de diminuir o valor absoluto da diferença entre eles. Em ambos os métodos utilizados esse valor foi o inserido na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

3.3.1.3.3 Retorno médio dos 5 últimos IPOs

Através do cálculo da variação entre preço de lançamento e o preço ao final do primeiro dia, foi calculado o retorno médio dos 5 IPOs anteriores, com o objetivo de contextualizar o desempenho das ofertas públicas no seu lançamento. Esse parâmetro de entrada utiliza os valores calculados como valores de entrada. Em ambos os métodos utilizados esse valor foi o inserido na matriz.

3.3.1.4 Informações coletadas dos balanços patrimoniais.

3.3.1.4.1 Auditores Independentes

Esse parâmetro de entrada é referente a empresa que auditou o último balanço, contido no prospecto definitivo, antes da empresa abrir o capital. Essa informação foi inserida na matriz de entrada de duas maneiras: valores de entrada ou em números binários. Os valores de entrada e o número de ocorrências são apresentados no Quadro 14.

Auditores	Ocorrências	Valor De Entrada
Deloitte	52	1
KPMG	30	2
PWC	26	3
E&Y	21	4
Terco Grant Thornton	18	5
BDO Trevisan	1	5
Russell Bedford Brasil	1	5
RSM Acal	1	5
BDO	1	5

QUADRO 14 – VALORES DE ENTRADA E OCORRÊNCIAS – AUDITORES INDEPENDENTES
 FONTE: O AUTOR (2015)

3.3.1.4.2 Ativo, Passivo e Patrimônio Líquido

Os fatores considerados neste parâmetro foram os valores de ativo circulante, ativo não circulante, ativo realizável em longo prazo, imobilizado, ativo total, passivo circulante, passivo realizável em longo prazo, patrimônio líquido e passivo total no último balanço antes do IPO. Os valores de entrada deste parâmetro foram normatizados, com o objetivo de diminuir o valor absoluto da diferença entre eles. Em ambos os métodos utilizados esses valores foram os inseridos na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

Para algumas empresas, não foram divulgadas todas as informações do balanço. Quando os parâmetros de entrada foram relacionados aos parâmetros de balanço, as empresas com informação incompleta foram excluídas da análise.

3.3.1.5 Indicadores econômico-financeiros

Os parâmetros de entrada consideraram os seguintes índices calculados: liquidez corrente, liquidez geral, endividamento geral e imobilização dos recursos próprios. Esses índices foram escolhidos, pois através deles é possível ter uma ideia de qual a situação financeira e econômica da empresa. Os valores de entrada destes parâmetros são o resultado do cálculo de cada um dos índices. Em ambos os métodos utilizados esses valores foram os inseridos na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

Para algumas empresas, não foram divulgadas todas as informações necessárias para o cálculo dos indicadores. Quando os parâmetros de entrada foram relacionados aos indicadores, as empresas com informação incompleta foram excluídas da análise.

3.3.1.6 Participação de cada elemento no balanço patrimonial

Nesses parâmetros foram calculadas as seguintes participações de cada elemento dentro do balanço patrimonial:

- Ativo Circulante/Ativo Total
- Ativo Não Circulante/ Ativo Total
- Passivo Circulante/ Passivo Total
- Passivo Não Circulante/ Passivo Total
- Patrimônio Líquido/ Passivo Total

Os valores de entrada destes parâmetros são os % de participação dos itens acima. Em ambos os métodos utilizados esses valores foram os inseridos na matriz de entrada, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

3.3.1.7 Informações relacionadas ao EBITDA

Por fim, os últimos parâmetros de entrada estão relacionados aos valores do EBITDA divulgados no prospecto definitivo. Os parâmetros são:

- EBITDA do último trimestre antes da abertura de capital
- EBITDA do último ano antes da abertura de capital: Período: Janeiro até dezembro
- Cobertura da dívida

Para os dois primeiros itens, o valor de entrada foi normatizado. Já para a cobertura de dívida, o valor utilizado foi o resultado do cálculo entre o EBITDA do ultimo ano e o passivo total. Em ambos os métodos utilizados esses valores foram o inseridos na matriz, uma vez que não é possível transformar eles em binários.

Não foi localizado o EBITDA de algumas empresas no prospecto definitivo, principalmente para Bancos. Quando os parâmetros de entrada foram relacionados ao EBITDA, as empresas sem EBITDA encontrado foram excluídas da análise.

3.3.2 Parâmetro de saída da rede

O único parâmetro de saída da rede utilizado é a variação da ação no primeiro dia. Caso a variação tenha sido positiva, o valor 1 é atribuído a variável de saída, caso essa variação tenha sido negativa, o valor -1 é atribuído a variável de saída. Ações que tiveram seu retorno = 0 foram excluídas dos testes.

3.4 PADRÕES DE DADOS PARA ANALISE

A partir das informações coletadas, 16 conjuntos de dados foram gerados para serem realizadas análises, esses conjuntos foram divididos em dois métodos diferentes de elaboração da matriz de entrada de dados. A diferença entre as duas análises é que a segunda análise utiliza, para algumas características, valores de entrada transformados em binários [0,1], enquanto que nos conjuntos de dados da primeira análise essa transformação não ocorre.

Os 16 conjuntos de dados gerados estão divididos entre o método 1 e o método 2. Os dados utilizados em cada um dos 8 conjuntos selecionados para o método 1 foram replicados para o método 2. A diferença entre eles vai ocorrer em razão da transformação de valores de entrada em binários ou não, tal transformação altera o tamanho da matriz de entrada a ser inserida no MATLAB.

Cada um dos 8 conjuntos de dados foi formado através de uma combinação das categorias dos parâmetros de entrada da rede. Portanto, um conjunto se difere do outro pela presença ou não de determinados parâmetros. A disposição de cada um dos conjuntos é ilustrada no Quadro 15..

Conjunto de dados	Categorias parâmetros de entrada						
	Características das Empresas	Características do IPO	Situação econômica	Informações do balanço	Indicadores EF	Participação no B.P.	Informações EBTIDA
1	x	x	x	X	x	x	x
2	x	x	x		x		
3	x	x	x		x		x
4	x			X	x	x	
5	x	x	x				
6	x	x	x		x	x	
7			x		x	x	x
8	x		x	X			x

QUADRO 15 – INFORMAÇÕES DE CADA UM DOS CONJUNTOS DE ENTRADA
 FONTE: O AUTOR (2015)

Buscando eliminar o impacto de possíveis ruídos no modelo, os conjuntos de dados foram ordenados aleatoriamente e divididos em duas partes: a primeira parte foi utilizada no processo de treinamento da rede, representando aproximadamente 70% do total de empresas, e a outra parte foi utilizada no teste, representando 30% do total de empresas.

O Quadro 16 é formado pela descrição dos 16 conjuntos de dados que foram utilizados no trabalho, o quadro encontra-se dividido verticalmente pelo modelo utilizado e horizontalmente pelo número do conjunto. A descrição é formada pelos seguintes aspectos: quais as empresas que foram consideradas para formação da matriz de treinamento e teste, quais as categorias de parâmetros de entrada de rede, o tipo dos valores de entrada formadores da matriz de teste, número de empresas, número de empresas selecionadas para treinamento, número de empresas selecionadas para teste e número de colunas da matriz.

Modelo 1			Modelo 2		
Conjunto de dados 1	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 9	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica, Informações do balanço, Indicadores EF, Participação no B.P. e Informações EBTIDA.		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica, Informações do balanço, Indicadores EF, Participação no B.P. , Informações EBTIDA.
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	107		Número de empresas	107
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32
	Número de colunas de entrada na matriz	42		Número de colunas de entrada na matriz	145
Conjunto de dados 2	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 10	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com informações ausentes no balanço
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica e Indicadores EF		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica e Indicadores EF
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	130		Número de empresas	130
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	90		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	90
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40
	Número de colunas de entrada na matriz	22		Número de colunas de entrada na matriz	123
Conjunto de dados 3	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 11	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica, Indicadores EF e Informações EBTIDA		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica, Indicadores EF e Informações EBTIDA
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	107		Número de empresas	107
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32
	Número de colunas de entrada na matriz	25		Número de colunas de entrada na matriz	126

Conjunto de dados 4	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 12	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com informações ausentes no balanço
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Informações do balanço, Indicadores EF e Participação no B.P.		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Informações do balanço, Indicadores EF e Participação no B.P.
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	130		Número de empresas	130
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	90		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	90
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40
	Número de colunas de entrada na matriz	22		Número de colunas de entrada na matriz	87
Conjunto de dados 5	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0	Conjunto de dados 13	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO e Situação econômica.		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO e Situação econômica.
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	135		Número de empresas	135
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	95		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	95
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40
	Número de colunas de entrada na matriz	18		Número de colunas de entrada na matriz	119
Conjunto de dados 6	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 14	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com informações ausentes no balanço
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica, Indicadores EF e Participação no B.P		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Características do IPO, Situação econômica, Indicadores EF e Participação no B.P
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	130		Número de empresas	130
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	90		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	90
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	40
	Número de colunas de entrada na matriz	27		Número de colunas de entrada na matriz	128
Conjunto de dados 7	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 15	Resultado do conjunto de dados 15 é igual ao resultado do conjunto 7, pois nenhum número binário substituiu algum número não binário	
	Parâmetros de Entrada	Situação econômica, Indicadores EF, Participação no B.P e Informações EBTIDA			
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários			
	Número de empresas	107			
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75			

	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32			
	Número de colunas de entrada na matriz	15			
Conjunto de dados 8	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço	Conjunto de dados 16	Empresas consideradas	Todas, exceto: • Empresas com retorno = 0 • Empresas com EBITDA não encontrado/divulgado • Empresas com informações ausentes no balanço
	Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Situação econômica, Informações do balanço e Informações EBTIDA		Parâmetros de Entrada	Características das Empresas, Situação econômica, Informações do balanço e Informações EBTIDA
	Contém que tipo de valores de entrada	Não binários		Contém que tipo de valores de entrada	Não binários e binários
	Número de empresas	107		Número de empresas	107
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75		Nº Empresas selecionadas para treinamento (70%)	75
	Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32		Nº Empresas selecionadas para treinamento (30%)	32
	Número de colunas de entrada na matriz	19		Número de colunas de entrada na matriz	19

QUADRO 16 – CARACTERÍSTICAS DE CADA UM DOS CONJUNTOS DE DADOS PARA ANÁLISE
FONTE: O AUTOR (2015)

3.5 DESENVOLVIMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL

Conforme citado anteriormente, para o desenvolvimento de uma Rede Neural Artificial é preciso definir a topologia da rede (arquitetura, algoritmo de aprendizado e funções de ativação).

Para o presente trabalho, a arquitetura de rede selecionada foi a de redes alimentadas diretamente (*feedforward*) com camada várias camadas. A principal característica da rede é utilização de uma ou mais camadas adicionais, o que torna a rede bastante eficiente. Nesse modelo, foram utilizadas duas camadas ocultas (quando mais camadas, maior o tempo de processamento), com o número de neurônios variando entre 01 e 20 em cada uma delas.

Já a quantidade de neurônios na camada de entrada é igual ao número de parâmetros inseridos na rede, de acordo com cada um dos conjuntos de dados levantados. A quantidade de neurônios na camada de saída é sempre igual a 1, pois esse foi o único parâmetro de saída utilizado.

Os neurônios das camadas ocultas foram ativados por duas funções sigmoidais: tangente hiperbólica (*tansig*) e logística (*logsig*). Já nas camadas de saída foi utilizada a função de ativação linear, conhecida como *purelin*.

Por fim, o algoritmo de aprendizado utilizado foi o *Backpropagation* de gradiente decrescente (*traingd*).

Para cada conjunto de dados, em razão dos neurônios nas camadas escondidas variarem de 1 até 20 e as funções de ativação variarem entre *logsig* e *tansig*, foram executadas um total de 1600 configurações de rede. O Quadro 17 apresenta qual foram as funções de ativação para as configurações de rede.

Configuração de rede	Primeira camada oculta	Segunda camada oculta
1 - 400	<i>tansig</i>	<i>logsig</i>
401 - 800	<i>tansig</i>	<i>tansig</i>
801 - 1200	<i>logsig</i>	<i>tansig</i>
1201 - 1600	<i>logsig</i>	<i>logsig</i>

QUADRO 17 – FUNÇÕES DE ATIVAÇÕES PARA CADA UMA DAS CONFIGURAÇÕES DE REDE
FONTE: O AUTOR (2015)

3.5.1 Linguagem escrita no MATLAB®

Para implementação da técnica de Redes Neurais Artificiais, foi utilizado o ambiente de edição do *software* MATLAB®. O *script* utilizado na linha de comando foi retirado do trabalho desenvolvido por Almeida (2013). A Figura 15 apresenta qual foi o *script* utilizado. Os principais códigos da linguagem escrita no *software* serão detalhados na sequência.


```

1 - clear all
2 - clc
3 - A=load('Teste 2.txt');
4 - size(A)
5 - pause
6 - P1=A(1:1,1:1)';
7 - P2=A(2:2,1:1)';
8 - T1=A(1:1,2)';
9 - T2=A(2:2,2)'
10 - pause
11 - for i=1:20
12 -     for j=1:20
13 -         net=newff(P1,T1,[i j],{'tansig' 'logsig'},'traingd')
14 -         net=train(net,P1,T1);
15 -         X((i-1)*20+j,:)=sim(net,P1);
16 -         Y((i-1)*20+j,:)=sim(net,P2);
17 -     end
18 - end
19 - for i=1:20
20 -     for j=1:20
21 -         net=newff(P1,T1,[i j],{'tansig' 'tansig'},'traingd')
22 -         net=train(net,P1,T1);
23 -         X(400+(i-1)*20+j,:)=sim(net,P1);
24 -         Y(400+(i-1)*20+j,:)=sim(net,P2);
25 -     end
26 - end
27 - for i=1:20
28 -     for j=1:20
29 -         net=newff(P1,T1,[i j],{'logsig' 'tansig'},'traingd')
30 -         net=train(net,P1,T1);
31 -         X(800+(i-1)*20+j,:)=sim(net,P1);
32 -         Y(800+(i-1)*20+j,:)=sim(net,P2);
33 -     end
34 - end
35 - for i=1:20
36 -     for j=1:20
37 -         net=newff(P1,T1,[i j],{'logsig' 'logsig'},'traingd')
38 -         net=train(net,P1,T1);
39 -         X(1200+(i-1)*20+j,:)=sim(net,P1);
40 -         Y(1200+(i-1)*20+j,:)=sim(net,P2);
41 -     end
42 - end
43 - save 'resultadoTeste1Y.txt' Y -ascii
44 - save 'resultadoTeste1X.txt' X -ascii
45 -

```

FIGURA 15 – SCRIPT DA REDE NEURAL NO SOFTWARE MATLAB®
 FONTE: O AUTOR (2015) COM BASE NO TRABALHO DE ALMEIDA (2013)

O código das linhas 1 e 2 é responsável por limpar todas as variáveis definidas no MATLAB® e limpar a tela para facilitar a visualização da compilação do programa.

A linha 3 representa o comando para inserir a matriz de dados e defini-la como uma variável “A”, essa matriz de dados é carregada através do bloco de notas.

As linhas 6,7,8,9 são responsáveis primeiramente por definir qual será o tamanho da matriz de treinamento e da matriz de teste, Conforme citado anteriormente, a nossa rede utilizou uma proporção de 70%-30%. Adicionalmente, a matriz P1 contém as entradas dos dados utilizados para treinamento, a matriz P2, contém as entradas dos dados utilizados para teste, a matriz T1, contém as respostas esperadas dos dados de treinamento e a matriz T2 contém as repostas esperadas dos dados de teste. Como existe uma resposta esperada, a aprendizagem desse teste é supervisionada.

Em seguida, na linha 13, a rede de camadas múltiplas é iniciada pela função *newff*, tal função foi utilizada com cinco parâmetros de entrada, são eles, conforme Almeida (2013), [1] O primeiro argumento é a matriz P1, que contém os parâmetros de entrada dos dados de treinamento; [2] O segundo argumento é a matriz T1, que contém as respostas dos dados de treinamento; [3] O terceiro argumento é um vetor que contém o número de neurônios de cada camada oculta; [4] O quarto argumento são as funções de ativação para cada camada oculta [5] O quinto e último argumento contém o algoritmo de treinamento utilizado..

Na linha 14, o treinamento da rede é realizado através da utilização da função NET. Tal função define qual rede ira ser treinada, a matriz P1 com os parâmetros de entrada e a matriz T1.

Após o treinamento, de acordo com Almeida (2013), a função *sim* da linha 16, realiza uma simulação no próprio software com os dados de teste contidos na matriz P2. A variável X vai sendo carregada com os resultados obtidos nessas simulações. O mesmo ocorre para a função da linha 15, entretanto ela abastece a variável Y com simulações de treinamento.

Os códigos entre as linhas 13 e 16 são utilizados mais 3 vezes, alterando apenas a função de ativação de cada uma das camadas ocultas.

Os resultados dos conjuntos de treinamento e teste das Redes são extraídos através dos códigos das linhas 43 e 44. Os arquivos são gerados em .txt.

Após executar o programa para cada um dos conjuntos de dados, espera-se obter a valorização ou desvalorização da ação ao final do primeiro dia, para cada uma das 1600 redes treinadas por conjunto.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CONSIDERAÇÕES

Nesta etapa da pesquisa, o objetivo é avaliar os resultados obtidos para cada um dos conjuntos de dados.

Para cada um dos conjuntos analisados, primeiramente foi calculado o percentual de acerto no treinamento para cada uma das 1.600 configurações de rede, as 5 configurações que tiveram melhor desempenho foram selecionadas e o percentual de acerto de cada uma dessas configurações foi calculado com base nos dados de teste.

É importante ressaltar que a análise foi realizada buscando avaliar se as configurações de rede foram capazes de prever se a ação iria se valorizar ou desvalorizar no fechamento do primeiro dia de pregão. Desta forma, não é considerado o valor do retorno previsto pela rede, mas sim se este retorno foi positivo ou negativo.

Após o levantamento do desempenho das 5 melhores configurações por conjunto na base de dados de teste, a rede que obteve um maior percentual de acerto dentre todas foi selecionada para uma simulação de investimento.

4.2 ANÁLISE 1:

A análise dos resultados começa com o método de análise 1. Essa análise utilizou apenas valores de entrada não binários, sendo formada por 8 conjuntos de dados.

4.2.1 Teste 1 – Conjunto de dados 1

Esse conjunto de dados utilizou todos os parâmetros de entrada possíveis e seus valores de entrada eram não binários. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1548 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 1. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 1 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 1

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
216	75	71	94,67%	32	17	53,13%
297	75	71	94,67%	32	20	62,50%
479	75	71	94,67%	32	20	62,50%
539	75	71	94,67%	32	21	65,63%
668	75	71	94,67%	32	19	59,38%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que apesar de um grande número de acertos no treinamento, as configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes.

O Quadro 18 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
216	tansig	11	logsig	16
297	tansig	15	logsig	17
479	tansig	4	tansig	19
539	tansig	7	tansig	19
668	tansig	14	tansig	8

QUADRO 18 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 1

FONTE: AUTOR (2015)

4.2.2 Teste 2 – Conjunto de dados 2

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, características do IPO, situação econômica do Brasil e indicadores Financeiro-Econômicos. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1553 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 2. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 2 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 2

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
698	90	79	87,78%	40	29	72,50%
549	90	78	86,67%	40	27	67,50%
208	90	75	83,33%	40	25	62,50%
766	90	75	83,33%	40	26	65,00%
789	90	75	83,33%	40	24	60,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que apesar das 5 melhores redes acertarem entre 83% e 87% no treinamento, apenas a configuração 698 passou de 72,50%.

O Quadro 19 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
698	tansig	15	tansig	18
549	tansig	8	tansig	9
208	tansig	11	logsig	8
766	tansig	19	tansig	6
789	tansig	20	tansig	9

QUADRO 19 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 2

FONTE: AUTOR (2015)

4.2.3 Teste 3 – Conjunto de dados 3

Esse conjunto de dados além de utilizar as mesmas categorias de parâmetros de entrada do conjunto de dados 2, também utilizou as informações relacionadas ao EBITDA. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1535 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 3. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 3 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 3

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
176	75	71	94,67%	32	19	59,38%
317	75	71	94,67%	32	23	71,88%
650	75	71	94,67%	32	19	59,38%
467	75	70	93,33%	32	22	68,75%
496	75	70	93,33%	32	20	62,50%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que apesar de um grande número de acertos no treinamento, as cinco melhores configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes.

O Quadro 20 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
176	tansig	9	logsig	16
317	tansig	16	logsig	17
650	tansig	13	tansig	10
467	tansig	4	tansig	7
496	tansig	5	tansig	16

QUADRO 20 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 3
FONTE: AUTOR (2015)

4.2.4 Teste 4 – Conjunto de dados 4

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, informações do Balanço Patrimonial, indicadores Financeiro-Econômicos e participação de cada elemento no Balanço Patrimonial. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1553 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 4. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 4 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 4

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
696	90	75	83,33%	40	25	62,50%
889	90	73	81,11%	40	23	57,50%
620	90	71	78,89%	40	23	57,50%
797	90	71	78,89%	40	22	55,00%
339	90	70	77,78%	40	24	60,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que as cinco principais configurações de rede obtiveram um desempenho inferior aos demais conjuntos acima. O resultado do teste foi reflexo desse baixo desempenho.

O Quadro 21 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
696	tansig	15	tansig	16
889	logsig	5	tansig	9
620	tansig	11	tansig	20
797	tansig	20	tansig	17
339	tansig	17	logsig	19

QUADRO 21 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 4

FONTE: AUTOR (2015)

4.2.5 Teste 5: Conjunto de dados 5

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, características do IPO e situação econômica. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1454 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 5. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 5 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 5

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
1413	95	69	72,63%	40	27	67,50%
153	95	68	71,58%	40	25	62,50%
534	95	68	71,58%	40	22	55,00%
553	95	68	71,58%	40	27	67,50%
656	95	68	71,58%	40	24	60,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que as cinco principais configurações de rede obtiveram um desempenho inferior aos demais conjuntos acima. Entretanto, o resultado do teste se assemelhou com o resultado do treinamento em dois casos.

O Quadro 22 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
1413	logsig	11	logsig	13
153	tansig	8	logsig	13
534	tansig	7	tansig	14
553	tansig	8	tansig	13
656	tansig	13	tansig	16

QUADRO 22 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 5

FONTE: AUTOR (2015)

4.2.6 Teste 6: Conjunto de dados 6

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, características do IPO, situação econômica, indicadores Financeiro-Econômicos e participação de cada elemento no Balanço Patrimonial. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1534 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 6. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 6 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 6

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
600	90	85	94,44%	40	28	70,00%
578	90	84	93,33%	40	23	57,50%
740	90	83	92,22%	40	22	55,00%
764	90	81	90,00%	40	25	62,50%
612	90	79	87,78%	40	28	70,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que apesar de um grande número de acertos no treinamento, as cinco melhores configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes.

O Quadro 23 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
600	tansig	10	tansig	20
578	tansig	9	tansig	18
740	tansig	17	tansig	20
764	tansig	19	tansig	4
612	tansig	11	tansig	12

QUADRO 23 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 6

FONTE: AUTOR (2015)

4.2.7 Teste 7: Conjunto de dados 7

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: situação econômica, indicadores Financeiro-Econômicos, participação de cada elemento no Balanço Patrimonial e informações relacionadas ao EBITDA. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1527 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 7. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 7 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 7

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
158	75	64	85,33%	32	25	78,13%
591	75	64	85,33%	32	23	71,88%
700	75	64	85,33%	32	20	62,50%
650	75	63	84,00%	32	25	78,13%
713	75	63	84,00%	32	22	68,75%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que apesar dos acertos no treinamento não serem os mais altos dentre todas as conjunturas, duas das cinco melhores configurações de rede conseguiram um resultado de quase 80% durante os testes. Isso significa que a cada 10 IPOs, o modelo acerta 8 valorizações ou desvalorizações.

O Quadro 24 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
158	tansig	8	logsig	18
591	tansig	10	tansig	11
700	tansig	15	tansig	20
650	tansig	13	tansig	10
713	tansig	16	tansig	13

QUADRO 24 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 7

FONTE: AUTOR (2015)

4.2.8 Teste 8 – Conjunto de dados 8

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características das empresas situação econômica, informações do Balanço Patrimonial e informações relacionadas ao EBITDA. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1225 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 8. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 8 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 8

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
959	75	56	74,67%	32	22	68,75%
1135	75	56	74,67%	32	18	56,25%
260	75	55	73,33%	32	18	56,25%
348	75	55	73,33%	32	17	53,13%
435	75	55	73,33%	32	19	59,38%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que as cinco principais configurações de rede obtiveram um desempenho abaixo do esperado, assim como o teste. Por fim, foi verificado que 375 redes ficaram abaixo de 50% de acerto.

O Quadro 25 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
959	logsig	8	tansig	19
1135	logsig	17	tansig	15
260	tansig	13	logsig	20
348	tansig	18	logsig	8
435	tansig	2	tansig	15

QUADRO 25 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 8

FONTE: AUTOR (2015)

4.3 ANÁLISE 2

Essa análise utilizou valores de entrada binários e não binários, sendo formada por 8 conjuntos de dados.

4.3.1 Teste 9 – Conjunto de dados 9

Esse conjunto de dados utilizou todos os parâmetros de entrada possíveis e seus valores de entrada eram não binários. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1541 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 9. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 9 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 9

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
717	75	72	96,00%	32	21	65,63%
363	75	71	94,67%	32	17	53,13%
775	75	71	94,67%	32	18	56,25%
21	75	69	92,00%	32	19	59,38%
229	75	69	92,00%	32	20	62,50%

FONTE: AUTOR (2015)

Seu desempenho foi similar ao desempenho do conjunto 1, apesar de um grande número de acertos no treinamento, as configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes.

O Quadro 26 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
717	tansig	16	logsig	17
363	tansig	19	logsig	3
775	tansig	19	tansig	15
21	tansig	2	tansig	1
229	tansig	12	tansig	9

QUADRO 26 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 9

FONTE: AUTOR (2015)

4.3.2 Teste 10 – Conjunto de dados 10

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, características do IPO, situação econômica do Brasil e indicadores Financeiro-Econômicos. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1540 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 10. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 10 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 10

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
794	90	83	92,22%	40	21	52,50%
85	90	82	91,11%	40	23	57,50%
186	90	82	91,11%	40	23	57,50%
623	90	82	91,11%	40	24	60,00%
1158	90	82	91,11%	40	24	60,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Apesar de terem tido um desempenho superior no treinamento em comparação com o conjunto de dados 2, as configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes, sendo a porcentagem de acertos bem inferior a porcentagem do conjunto 2.

O Quadro 27 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
794	tansig	20	tansig	14
85	tansig	5	logsig	5
186	tansig	10	logsig	6
623	tansig	12	tansig	3
1158	logsig	18	tansig	18

QUADRO 27 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 10
FONTE: AUTOR (2015)

4.3.3 Teste 11 – Conjunto de dados 11

Esse conjunto de dados além de utilizar as mesmas categorias de parâmetros de entrada do conjunto de dados 10, também utilizou as informações relacionadas ao EBITDA. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1555 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 11. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 11 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 11

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
241	75	70	93,33%	32	20	62,50%
308	75	70	93,33%	32	16	50,00%
324	75	70	93,33%	32	18	56,25%
670	75	70	93,33%	32	21	65,63%
749	75	70	93,33%	32	17	53,13%

FONTE: AUTOR (2015)

Assim como no seu conjunto de dados espelho (conjunto 3), grande número de acertos foram obtidos no treinamento, porém, as cinco melhores configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes.

O Quadro 12 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
241	tansig	13	logsig	1
308	tansig	16	logsig	8
324	tansig	17	logsig	4
670	tansig	14	tansig	10
749	tansig	18	tansig	9

QUADRO 28 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 11
FONTE: AUTOR (2015)

4.3.4 Teste 12 – Conjunto de dados 12

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, informações do Balanço Patrimonial, indicadores Financeiro-Econômicos e participação de cada elemento no Balanço Patrimonial. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1545 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 13. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 12 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 12

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
613	90	84	93,33%	40	16	40,00%
496	90	84	93,33%	40	22	55,00%
374	90	83	92,22%	40	25	62,50%
594	90	83	92,22%	40	23	57,50%
758	90	82	91,11%	40	22	55,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Diferentemente do conjunto de dados 4, o treinamento do conjunto 12 ficou acima da média dos demais conjuntos. Entretanto, o resultado do teste não foi compatível com resultado do treinamento.

O Quadro 13 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
613	tansig	11	tansig	13
496	tansig	5	tansig	16
374	tansig	19	logsig	14
594	tansig	10	tansig	14
758	tansig	18	tansig	18

QUADRO 29 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 12

FONTE: AUTOR (2015)

4.3.5 Teste 13 – Conjunto de dados 13

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, características do IPO e situação econômica. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1560 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 13. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 13 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 13

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
218	95	89	93,33%	45	18	40,00%
768	95	89	93,33%	45	25	55,00%
219	95	88	92,22%	45	28	62,50%
1116	95	88	92,22%	45	26	57,50%
157	95	87	91,11%	45	25	55,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Diferentemente do conjunto de dados 5, o treinamento do conjunto 13 ficou acima da média dos demais conjuntos. Entretanto, o resultado do teste não foi compatível com resultado do treinamento.

O Quadro 30 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
218	tansig	11	logsig	18
768	tansig	19	tansig	8
219	tansig	11	logsig	19
1116	logsig	16	tansig	16
157	tansig	8	logsig	17

QUADRO 30 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 13

FONTE: AUTOR (2015)

4.3.6 Teste 14 – Conjunto de dados 14

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características da empresa, características do IPO, situação econômica, indicadores Financeiro-Econômicos e participação de cada elemento no Balanço Patrimonial. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1549 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 14. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 14 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 14

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
1272	90	83	92,22%	40	21	52,50%
1179	90	82	91,11%	40	19	47,50%
173	90	81	90,00%	40	22	55,00%
546	90	81	90,00%	40	25	62,50%
684	90	81	90,00%	40	23	57,50%

FONTE: AUTOR (2015)

Assim como no conjunto de dados 6, nota-se que apesar de um grande número de acertos no treinamento, as cinco melhores configurações de rede não conseguiram um bom resultado durante os testes.

O Quadro 31 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
1272	logsig	4	logsig	12
1179	logsig	19	tansig	19
173	tansig	9	logsig	13
546	tansig	8	tansig	6
684	tansig	15	tansig	4

QUADRO 31 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 14

FONTE: AUTOR (2015)

4.3.7 Teste 15 – Conjuntos de dados 15

Resultado do conjunto de dados 15 é igual ao resultado do conjunto 7, pois nenhum número binário substituiu algum número não binário.

4.3.8 Teste 16 – Conjunto de dados 16

Esse conjunto de dados utilizou as seguintes categorias de parâmetros de entrada: características das empresas situação econômica, informações do Balanço Patrimonial e informações relacionadas ao EBITDA. Das 1600 configurações de rede desenvolvidas, 1225 obtiveram mais acertos do que erros durante o treinamento. Sendo que as 5 melhores podem ser observadas na Tabela 15. Adicionalmente, o resultado dessas configurações durante o teste também podem ser observados.

TABELA 15 – DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE PARA O CONJUNTO DE DADOS 16

Configuração De Rede	TREINAMENTO			TESTE		
	Total de Empresas	Nº de acertos	%	Total de Empresas	Nº de acertos	%
836	75	72	96,00%	32	21	65,63%
744	75	69	92,00%	32	20	62,50%
1199	75	67	89,33%	32	20	62,50%
733	75	66	88,00%	32	21	65,63%
1028	75	66	88,00%	32	16	50,00%

FONTE: AUTOR (2015)

Nota-se que as cinco principais configurações de rede obtiveram um desempenho acima do esperado. Já o resultado do teste não foi satisfatório. Assim como no conjunto de dados 8. foi verificado que 375 redes ficaram abaixo de 50% de acerto.

O Quadro 32 apresenta qual é a função de ativação e qual a quantidade de neurônios por camada oculta.

Configuração De Rede	1ª Camada Oculta		2ª Camada Oculta	
	Função De Ativação	Nº De Neurônios	Função De Ativação	Nº De Neurônios
836	logsig	2	tansig	16
744	tansig	18	tansig	4
1199	logsig	20	tansig	19
733	tansig	17	tansig	13
1028	logsig	12	tansig	8

QUADRO 32 - CARACTERÍSTICAS DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDES PARA O CONJUNTO DE DADOS 16
 FONTE: AUTOR (2015)

4.4 COMPARAÇÃO DAS ANÁLISES

A Tabela 16 compara o resultado de cada uma das 5 melhores configurações de rede por conjunto de dados. Essa comparação é realizada tanto para o percentual de acerto no treinamento, quanto o percentual de acerto no teste.

TABELA 16 – RESUMO DO DESEMPENHO DAS 05 MELHORES CONFIGURAÇÕES DE REDE EM CADA UM DOS CONJUNTOS ANALISADOS

Teste	Configuração De Rede	Treinamento	Teste	Teste	Configuração De Rede	Treinamento	Teste
		%	%			%	%
Teste 1	216	94,67%	53,13%	Teste 9	717	96,00%	65,63%
	297	94,67%	62,50%		363	94,67%	53,13%
	479	94,67%	62,50%		775	94,67%	56,25%
	539	94,67%	65,63%		21	92,00%	59,38%
	668	94,67%	59,38%		229	92,00%	62,50%
Teste 2	698	87,78%	72,50%	Teste 10	794	92,22%	52,50%
	549	86,67%	67,50%		85	91,11%	57,50%
	208	83,33%	62,50%		186	91,11%	57,50%
	766	83,33%	65,00%		623	91,11%	60,00%
	789	83,33%	60,00%		1158	91,11%	60,00%
Teste 3	176	94,67%	59,38%	Teste 11	241	93,33%	62,50%
	317	94,67%	71,88%		308	93,33%	50,00%
	650	94,67%	59,38%		324	93,33%	56,25%
	467	93,33%	68,75%		670	93,33%	65,63%
	496	93,33%	62,50%		749	93,33%	53,13%
Teste 4	696	83,33%	62,50%	Teste 12	613	93,33%	40,00%
	889	81,11%	57,50%		496	93,33%	55,00%
	620	78,89%	57,50%		374	92,22%	62,50%
	797	78,89%	55,00%		594	92,22%	57,50%
	339	77,78%	60,00%		758	91,11%	55,00%
Teste 5	1413	72,63%	67,50%	Teste 13	218	93,33%	40,00%
	153	71,58%	62,50%		768	93,33%	55,00%
	534	71,58%	55,00%		219	92,22%	62,50%
	553	71,58%	67,50%		1116	92,22%	57,50%
	656	71,58%	60,00%		157	91,11%	55,00%
Teste 6	600	94,44%	70,00%	Teste 14	1272	92,22%	52,50%
	578	93,33%	57,50%		1179	91,11%	47,50%
	740	92,22%	55,00%		173	90,00%	55,00%
	764	90,00%	62,50%		546	90,00%	62,50%
	612	87,78%	70,00%		684	90,00%	57,50%
Teste 7	158	85,33%	78,13%	Teste 15	158	85,33%	78,13%
	591	85,33%	71,88%		591	85,33%	71,88%
	700	85,33%	62,50%		700	85,33%	62,50%
	650	84,00%	78,13%		650	84,00%	78,13%
	713	84,00%	68,75%		713	84,00%	68,75%
Teste 8	959	74,67%	68,75%	Teste 16	836	96,00%	65,63%
	1135	74,67%	56,25%		744	92,00%	62,50%
	260	73,33%	56,25%		1199	89,33%	62,50%
	348	73,33%	53,13%		733	88,00%	65,63%
	435	73,33%	59,38%		1028	88,00%	50,00%

FONTE: O AUTOR (2013)

Com base na tabela acima, foi verificado que a rede 158 do conjunto de testes 7 foi a rede que obteve o melhor desempenho no teste. Isso mostra que a rede se adequou muito bem ao treinamento realizado. O Quadro 33 apresenta a

comparação entre a decisão solicitada pelo modelo e o retorno real da ação, através desse resultado aberto é possível visualizar os 78% de acerto da rede.

Ação	Decisão do modelo	Retorno da ação	Resultado da Rede
CPFL Energia	Compra	Valorizou	Acertou
OHL Brasil	Compra	Valorizou	Acertou
Vivax	Compra	Valorizou	Acertou
Gafisa	Compra	Valorizou	Acertou
Totvs	Compra	Valorizou	Acertou
Datasul	Compra	Desvalorizou	Errou
Odonto Prev	Compra	Valorizou	Acertou
Lopes Brasil	Compra	Valorizou	Acertou
Dufry Bras	Compra	Valorizou	Acertou
Rodobens	Compra	Valorizou	Acertou
Camargo Correa	Compra	Desvalorizou	Errou
Sao Martinho	Compra	Valorizou	Acertou
Br Malls	Compra	Valorizou	Acertou
JHSF Part	Compra	Valorizou	Acertou
Metal Frio	Compra	Valorizou	Acertou
Agraincorp	Compra	Valorizou	Acertou
Inpar S/A	Compra	Valorizou	Acertou
EZTec	Compra	Desvalorizou	Errou
Tegma	Compra	Valorizou	Acertou
Guarani	Não compra	Desvalorizou	Acertou
Springs Global	Compra	Valorizou	Acertou
Multiplan	Compra	Desvalorizou	Errou
Trisul S/A	Compra	Valorizou	Acertou
Laep	Compra	Desvalorizou	Errou
Hypermarcas	Não compra	Desvalorizou	Acertou
Le Lis Blanc	Compra	Desvalorizou	Errou
Multiplus	Não compra	Desvalorizou	Acertou
Mills Estruturas	Não compra	Valorizou	Errou
Autometal	Não compra	Desvalorizou	Acertou
Magazine Luiza	Compra	Valorizou	Acertou
Senior Sol	Não compra	Desvalorizou	Acertou
Ser Educa	Não compra	Desvalorizou	Acertou

QUADRO 33 – RESULTADO ABERTO DA MELHOR CONFIGURAÇÃO DE REDE DENTRE TODOS OS CONJUNTOS
FONTE: AUTOR (2015)

A rede neural 158 foi a escolhida para uma simulação de investimento comparando monetariamente o resultado encontrado para a método das redes neurais e compras de ações sem metodologia.

4.5 SIMULAÇÃO DE INVESTIMENTO

4.5.1 Simulação de investimento 1

Para simular um investimento, foi considerado que o investidor teria à sua disposição R\$ 10.000,00 para aplicar em cada IPO sugerido pela Rede Neural 158. Para obter o número de ações que seriam compradas, este valor foi dividido pelo preço de lançamento de cada ação e o resultado arredondado para o menor número inteiro. Portanto, o valor gasto por ação é igual ao resultado arredondado para o menor número inteiro. Através desse valor gasto, o retorno monetário por ação é calculado. A Tabela 17 abaixo apresenta o retorno ação por ação.

TABELA 17 – RETORNO DO INVESTIMENTO NAS AÇÕES QUE A REDE CALCULOU VALORIZAÇÃO AO FINAL DO PRIMEIRO DIA – SIMULAÇÃO 1

Ação	Preço inicial (R\$)	Nº de ações	Valor investido nas ações (R\$)	Valorização 1ª dia	Montante no final 1º dia (R\$)	Retorno (R\$)
CPFL E.	17,23	580	9.993,40	0,06%	9.999,20	5,80
OHL Brasil	18,20	549	9.991,80	1,11%	10.102,82	111,02
Vivax	27,10	369	9.999,90	10,61%	11.061,11	1.061,21
Gafisa	23,95	417	9.987,15	29,46%	12.929,31	2.942,16
Totvs	34,00	294	9.996,00	6,25%	10.620,75	624,75
Datasul	16,80	595	9.996,00	-6,67%	9.329,60	- 666,40
Odonto Prev	32,39	308	9.976,12	15,68%	11.540,23	1.564,11
Lopes Brasil	23,15	431	9.977,65	15,75%	11.549,13	1.571,48
Dufry Bras	29,50	338	9.971,00	9,91%	10.959,18	988,18
Rodobens	22,75	439	9.987,25	16,67%	11.651,79	1.664,54
Camargo C.	14,19	704	9.989,76	-2,14%	9.776,19	- 213,57
Sao Martinho	23,66	422	9.984,52	18,30%	11.811,69	1.827,17
Br Malls	15,80	632	9.985,60	5,33%	10.518,17	532,57
JHSF Part	8,30	1.204	9.993,20	3,75%	10.367,95	374,75
Metal Frio	20,50	487	9.983,50	7,89%	10.771,67	788,17
Agraincorp	9,05	1.104	9.991,20	6,47%	10.637,69	646,49
Inpar S/A	17,56	569	9.991,64	0,34%	10.025,90	34,26
EZTec	10,50	952	9.996,00	-4,55%	9.541,64	- 454,36
Tegma	26,50	377	9.990,50	1,92%	10.182,63	192,13

Springs G.	19,30	518	9.997,40	1,58%	10.155,25	157,85
Multiplan	24,00	416	9.984,00	-4,00%	9.584,64 -	399,36
Trisul S/A	11,11	900	9.999,00	1,00%	10.098,99	99,99
Laep	7,03	1.422	9.996,66	-6,27%	9.370,20 -	626,46
Le Lis Blanc	5,40	1.851	9.995,40	-20,00%	7.996,32 -	1.999,08
Magazine L.	16,45	607	9.985,15	2,81%	10.265,98	280,83
Total			249.739,80		260.848,03	11.108,23

FONTE: AUTOR (2015)

Com base na tabela acima, foi verificado que esse investimento trouxe um retorno de R\$ 11.108,23 para um montante de R\$ 260.848,03, o que representa um aumento de capital de 4,3%.

Fazendo esse mesmo investimento de compra de IPOs para as empresas que a rede indicou uma desvalorização + as empresas que a rede indicou valorização, é possível verificar se a Rede Neural trouxe um melhor resultado ou não. A tabela 18 abaixo apresenta o retorno ação por ação

TABELA 18 – RETORNO DO INVESTIMENTO SEM A UTILIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO – SIMULAÇÃO 1

Ação	Preço inicial (R\$)	Nº de ações	Valor investido nas ações (R\$)	Valorização 1ª dia	Montante no final 1º dia (R\$)	Retorno (R\$)
CPFL Energia	17,23	580	9.993,40	0%	9.999,20	5,80
OHL Brasil	18,20	549	9.991,80	1%	10.102,82	111,02
Vivax	27,10	369	9.999,90	11%	11.061,11	1.061,21
Gafisa	23,95	417	9.987,15	29%	12.929,31	2.942,16
Totvs	34,00	294	9.996,00	6%	10.620,75	624,75
Datasul	16,80	595	9.996,00	-7%	9.329,60	- 666,40
Odonto Prev	32,39	308	9.976,12	16%	11.540,23	1.564,11
Lopes Brasil	23,15	431	9.977,65	16%	11.549,13	1.571,48
Dufry Bras	29,50	338	9.971,00	10%	10.959,18	988,18
Rodobens	22,75	439	9.987,25	17%	11.651,79	1.664,54
Camargo Correa	14,19	704	9.989,76	-2%	9.776,19	- 213,57
Sao Martinho	23,66	422	9.984,52	18%	11.811,69	1.827,17
Br Malls	15,80	632	9.985,60	5%	10.518,17	532,57
JHSF Part	8,30	1204	9.993,20	4%	10.367,95	374,75
Metal Frio	20,50	487	9.983,50	8%	10.771,67	788,17
Agraincorp	9,05	1104	9.991,20	6%	10.637,69	646,49
Inpar S/A	17,56	569	9.991,64	0%	10.025,90	34,26
EZTec	10,50	952	9.996,00	-5%	9.541,64	- 454,36
Tegma	26,50	377	9.990,50	2%	10.182,63	192,13
Guarani	13,10	763	9.995,30	-3%	9.699,14	- 296,16
Springs Global	19,30	518	9.997,40	2%	10.155,25	157,85
Multiplan	24,00	416	9.984,00	-4%	9.584,64	- 399,36
Trisul S/A	11,11	900	9.999,00	1%	10.098,99	99,99
Laep	7,03	1422	9.996,66	-6%	9.370,20	- 626,46

Hypermarcas	16,70	598	9.986,60	-2%	9.810,37	- 176,23
Le Lis Blanc	5,40	1851	9.995,40	-20%	7.996,32	-1.999,08
Multiplus	15,85	630	9.985,50	-1%	9.891,89	- 93,61
Mills Estruturas	11,64	859	9.998,76	1%	10.120,48	121,72
Autometal	13,25	754	9.990,50	-5%	9.455,29	- 535,21
Magazine Luiza	16,45	607	9.985,15	3%	10.265,98	280,83
Senior Sol	11,07	903	9.996,21	-4%	9.622,44	- 373,77
Ser Educa	17,18	582	9.998,76	-2%	9.815,93	- 182,83
Total			319.691,43		329.263,56	9.572,13

FONTE: AUTOR (2015)

Com base na tabela acima, foi verificado que esse investimento trouxe um retorno de R\$ 9.572,13 para um montante de R\$ 329.263,56, o que representa um aumento de capital de 2,9%.

Portanto, comparando os dois resultados, foi verificado que o investimento baseado em redes neurais apresentou um melhor resultado em comparação com o investimento sem nenhuma metodologia aplicada.

4.5.2 Simulação do investimento 2

Para a simulação do investimento 2, foi considerado que o investidor tinha apenas R\$ 10.000,00 à sua disposição para investir em abertura de capital. O montante captado ao final do pregão era inteiramente utilizado no próximo investimento em IPO. Nesse exemplo, a compra de ações fracionadas é permitida. A Tabela 19 apresenta o retorno do investimento nas ações sugeridas pela Rede Neural Artificial.

TABELA 19 – RETORNO DO INVESTIMENTO NAS AÇÕES QUE A REDE CALCULOU VALORIZAÇÃO AO FINAL DO PRIMEIRO DIA – SIMULAÇÃO 2

Ação	Preço inicial (R\$)	Valorização 1ª dia	Valor investido nas ações (R\$)	Montante no final 1º dia (R\$)
CPFL Energia	17,23	0%	10.000,00	10.005,81
OHL Brasil	18,20	1%	10.005,81	10.116,98
Vivax	27,10	11%	10.116,98	11.190,62
Gafisa	23,95	29%	11.190,62	14.487,32
Totvs	34,00	6%	14.487,32	15.392,78
Datasul	16,80	-7%	15.392,78	14.366,59

Odonto Prev	32,39	16%	14.366,59	16.619,07
Lopes Brasil	23,15	16%	16.619,07	19.236,57
Dufry Bras	29,50	10%	19.236,57	21.143,03
Rodobens	22,75	17%	21.143,03	24.666,86
Camargo Correa	14,19	-2%	24.666,86	24.139,50
Sao Martinho	23,66	18%	24.139,50	28.557,03
Br Malls	15,80	5%	28.557,03	30.080,07
JHSF Part	8,30	4%	30.080,07	31.208,08
Metal Frio	20,50	8%	31.208,08	33.671,87
Agraincorp	9,05	6%	33.671,87	35.850,64
Inpar S/A	17,56	0%	35.850,64	35.973,56
EZTec	10,50	-5%	35.973,56	34.338,40
Tegma	26,50	2%	34.338,40	34.998,75
Springs Global	19,30	2%	34.998,75	35.551,36
Multiplan	24,00	-4%	35.551,36	34.129,31
Trisul S/A	11,11	1%	34.129,31	34.470,60
Laep	7,03	-6%	34.470,60	32.310,44
Le Lis Blanc	5,40	-20%	32.310,44	25.848,35
Magazine Luiza	16,45	3%	25.848,35	26.575,34
Total			10.000,00	26.575,34

FONTE: AUTOR (2015)

Com base na tabela acima, foi verificado que esse investimento trouxe um retorno de R\$ 26.575,34 para um montante investido de 10 mil reais, o que representa 265% de aumento de capital.

Fazendo esse mesmo investimento de compra de IPOs para as empresas que a rede indicou uma desvalorização + as empresas que a rede indicou valorização, é possível verificar se a Rede Neural trouxe um melhor resultado ou não. A tabela 20 abaixo apresenta o retorno ação por ação

TABELA 20 – RETORNO DO INVESTIMENTO SEM A UTILIZAÇÃO DO MODELO PROPOSTO – SIMULAÇÃO 2

Ação	Preço inicial (R\$)	Valorização 1ª dia	Valor investido nas ações (R\$)	Montante no final 1º dia (R\$)
CPFL Energia	17,23	0%	10.000,00	10.005,81
OHL Brasil	18,20	1%	10.005,81	10.116,98
Vivax	27,10	11%	10.116,98	11.190,62
Gafisa	23,95	29%	11.190,62	14.487,32
Totvs	34,00	6%	14.487,32	15.392,78
Datasul	16,80	-7%	15.392,78	14.366,59
Odonto Prev	32,39	16%	14.366,59	16.619,07
Lopes Brasil	23,15	16%	16.619,07	19.236,57
Dufry Bras	29,50	10%	19.236,57	21.143,03
Rodobens	22,75	17%	21.143,03	24.666,86

Camargo Correa	14,19	-2%	24.666,86	24.139,50
Sao Martinho	23,66	18%	24.139,50	28.557,03
Br Malls	15,80	5%	28.557,03	30.080,07
JHSF Part	8,30	4%	30.080,07	31.208,08
Metal Frio	20,50	8%	31.208,08	33.671,87
Agraincorp	9,05	6%	33.671,87	35.850,64
Inpar S/A	17,56	0%	35.850,64	35.973,56
EZTec	10,50	-5%	35.973,56	34.338,40
Tegma	26,50	2%	34.338,40	34.998,75
Guarani	13,10	-3%	34.998,75	33.961,75
Springs Global	19,30	2%	33.961,75	34.497,99
Multiplan	24,00	-4%	34.497,99	33.118,07
Trisul S/A	11,11	1%	33.118,07	33.449,25
Laep	7,03	-6%	33.449,25	31.353,10
Hypermarcas	16,70	-2%	31.353,10	30.799,81
Le Lis Blanc	5,4	-20%	30.799,81	24.639,84
Multiplus	15,85	-1%	24.639,84	24.408,85
Mills Estruturas	11,64	1%	24.408,85	24.706,00
Autometal	13,25	-5%	24.706,00	23.382,46
Magazine Luiza	16,45	3%	23.382,46	24.040,09
Senior Sol	11,07	-4%	24.040,09	23.141,20
Ser Educa	17,18	-2%	23.141,20	22.718,05
Total			10.000,00	22.718,05

FONTE: AUTOR (2015)

Com base na tabela acima, foi verificado que esse investimento trouxe um retorno de R\$ 22.718,0 para um montante investido de 10 mil reais, o que representa 227% de aumento de capital.

Embora ambos os retornos sejam satisfatórios, o investimento baseado em Redes Neurais apresentou um resultado 15% melhor do que o investimento sem metodologia aplicada.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo principal utilizar um modelo de Redes Neurais Artificiais que fosse capaz de indicar tendências de retorno das ações no primeiro dia de pregão, indicando apenas suposta valorização ou desvalorização dos papéis. Portanto, os resultados encontrados tinham como meta auxiliar a tomada de decisão do investidor.

Os resultados encontrados demonstram que as Redes Neurais Artificiais podem ser utilizadas para prever o desempenho das ações no primeiro dia de pregão, uma vez que determinadas redes conseguiram acertar até 78% de valorização ou desvalorização da ação. As categorias de informação que combinadas trouxeram essa % de acerto foram: situação econômica do país na data de abertura, indicadores econômico-financeiros, participação da estrutura no Balanço Patrimonial e Informações relacionadas EBTIDA.

Na simulação de investimento 1 realizada, o investimento baseado no resultado apontado pelas Redes Neurais trouxe um retorno de 4,3%. Enquanto que o investimento sem uma metodologia de escolha das ações trouxe um retorno de 2,3%. Já para a segunda simulação, o retorno foi de 265% para o investimento sugerido pelas Redes Neurais e 227% para os investimentos sem metodologia aplicada.

A topologia de rede utilizada no MATLAB foi bastante eficiente às necessidades do trabalho, podendo dessa forma, ser utilizado com outros tipos de variáveis de entrada.

O investimento em Ofertas Públicas iniciais é um investimento de risco, visto a falta de informações e desconhecimento de desempenhos anteriores. Quanto mais informação e características da empresa o investidor conseguir, maior será o número de ferramentas de auxílio a decisão. Diante disso, os resultados encontrados podem ser utilizados como uma tendência para comportamentos futuros, porém eles não podem ser considerados uma certeza.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalho futuros, sugere-se um estudo sobre o desempenho dos IPOs em outras partes do mundo, no intuito de verificar a existência de alguma relação entre os mercados.

Outra sugestão a ser avaliada seria alterar a variável de saída retorno para a variável de saída risco, dessa forma, verificar se as Redes Neurais conseguem prever se empresas com determinadas características tendem a sofrer risco alto, baixo ou moderado no seu primeiro dia de pregão.

Sugere-se ainda um estudo outras variáveis de entrada. Uma variável de entrada interessante seria um estudo sobre a percepção dos investidores perante a abertura de capital de determinada empresa. Além disso, outros índices financeiro-econômicos e outras características macroeconômicas poderiam ser utilizados.

Por fim, sugere-se a utilização de outras topologias de Redes Neurais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Camila de P. X. **Aplicação de redes neurais artificiais na previsão do desempenho de ofertas públicas iniciais**. Curitiba, 2013

Amcham. Disponível em: <
<http://www.amcham.com.br/regionais/amcham-sao-paulo/noticias/2010/cenario-favorece-avanco-das-empresas-brasileiras-e-abertura-de-capital-figura-como-melhor-opcao-para-financiar-as-mais-preparadas> >. Acesso em: 06/06/2015

ASSAF NETO, Alexandre. **Estrutura e análise de balanços: um enfoque econômico-financeiro**. São Paulo: Atlas, 2000

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 9. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ATKISON, Anthony A; outros. **Contabilidade gerencial**. 2ªed. São Paulo: Atlas, 2000

AZEVEDO, F. M., BRASIL, L. M. e OLIVEIRA, R. C. L. de; **Redes neurais com aplicações em controle e em sistemas especialistas**. Florianópolis: Visual Books Editora, 2000.

BARONE, Dante. **Sociedades artificiais: a nova fronteira da inteligência das máquinas**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

BM&FBovespa. Disponível em: <
<http://www3.eliteccvm.com.br/novo/upload/misc/file/62c57d602a2e086ccaa3055b1c24836c.pdf> >. Acesso em: 17/06/2015

BM&FBovespa. Disponível em: <
<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/acoes/ofertas-publicas/ofertas-publicas.aspx?idioma=pt-br> >. Acesso em: 15/06/2015

BODIE, Zvi. Kane, Alex. Marcus, Alan J. **Investimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2010

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDERMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

BRUNI, Adriano Leal. **Mercado Financeiro: para a certificação profissional ANBID 10 (CPA-10)**. São Paulo: Atlas, 2005.

CASAGRANDE NETO, Humberto. **Abertura do capital de empresas no Brasil: um enfoque pratico**. São Paulo: Atlas, 1989

CASTRO, Helio O. Portocarrero de. **Introdução ao mercado de capitais**. 9. ed. Rio de Janeiro: IBMEC, 1985

CAVALCANTE, Francisco; MISUMI, Jorge Yoshio. **Mercado de capitais: o que é como funciona**. 6. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

CORRAR, L. J. ; PAULO, E. ; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia.** Ed. Atlas, 2009.

CVM. **O mercado de valores mobiliários brasileiro / Comissão de Valores Mobiliários.** 3 ed. Rio de Janeiro, 2014

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. **Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos.** São Paulo: Atlas, 2004.

FAMÁ, Rubens; CASTRO, Francisco Henrique F. **As novas finanças e a teoria comportamental no contexto da tomada de decisão sobre investimentos.** Caderno de Pesquisas em Administração, abril – junho/2002,

FAMÁ, Rubens; CIOFFI, P. L. M.; COELHO, P. A. R. **Contexto das finanças comportamentais: Anomalias e Eficiência do mercado de Capitais Brasileiro.** Revista de Gestão da USP, São Paulo, v. 15, n. 2, abril/junho de 2008.

FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro: produtos e serviços.** 16.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark ED.,2005

FORTUNA, Eduardo. **Mercado Financeiro: produtos e serviços.** 19.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark ED.,2013

FRANCO, Hilário. **Estrutura, análise e interpretação de balanços: de acordo com a nova lei das S/A, Lei 6.404 de 15/12/76.** 15. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

GALDINO, Rafael de Lima. **Ofertas Públicas Iniciais “IPOs” na BM&FBOVESPA:** Um enfoque geral e do ponto de vista do investidor individual. Florianópolis, 2010.

GALVÃO, A.; RADICCHI, C.; RIBEIRO, E.; MOTA, H. V.; NETO, J. A. S.; ROSSETTI, J. P; MENDES, L. S.; FLEURIET, M.; MUNDIM, R.; OLIVEIRA, V. I.. **Mercado Financeiro: uma abordagem prática dos principais produtos e serviços.** 3º Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GAMBOGI, Jarbas Aquiles. **Aplicação de Redes Neurais na tomada de decisão no mercado de ações.** São Paulo, 2013

GAZONI, Pedro Luis. **Redes Neurais: Aplicações em finanças.** 1999

GRACIOSA, Robson. **A Evolução do Mercado de Ações Brasileiro - 2000 a 2007.** Florianópolis, 2007.

HAUGEN, R.A. **The New Finance: the case against efficient markets.** USA: Prentice Hall, 1995.

HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

HILLBRECHT, Ronaldo. **Economia Monetária**. São Paulo: Atlas, 1999.

HORNGREN, Charles T.; SUNDEM, Gary L.; STRATTON, William O. **Contabilidade gerencial**. São Paulo: Prentice Hall. 12ª edição 2004

IUDICIBUS, Sergio de. **Análise de balanços; A análise de liquidez e do endividamento; a análise do giro; a análise da rentabilidade; a análise da alavancagem financeira**. São Paulo: Atlas, 1998

JIAMBALVO, James. **Contabilidade gerencial**. Rio de Janeiro: LTC editora, 2002

KUHL, Marcos Roberto. **O Mercado de Capitais reflete nos preços das ações o desempenho empresarial medido por indicadores contábeis?** Curitiba, 2007.

LUGER, George F. **Inteligência Artificial**. Bookman, 2004.

MARKOWITZ, Harry M. **Portfolio Selection**. *The Journal of Finance*, 1952.

MARTINELLI, E. **Extração de conhecimento de Redes Neurais Artificiais**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – USP, São Paulo, 1999.

MATARAZZO, Dante C. **Análise financeira de balanços: abordagem básica e gerencial**. São Paulo: Atlas, 1998

MELLAGI FILHO, Armando. **Mercado Financeiro e de capitais: uma introdução**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MISHKIN, F. S. **Moedas, Bancos e Mercados Financeiros**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

NETO, João Nunes de Mendonça. **Fractais e redes neurais artificiais aplicados à previsão de retorno de ativos financeiros brasileiros**. São Paulo, 2014

PADOVEZZE, Clóvis Luís. **Contabilidade gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil**. 3 ed – São Paulo: Atlas 2000

PAIVA, Felipe Dias. **Redes Neurais para decisões no mercado de ação brasileiro**. Lavras: UFLA, 2014.

PAIVA, Felipe Dias ; CARDOSO, Thomas Nogueira; REIS, Ricardo Pereira; FINAMORA, Estevão Felipe Gomes. **Precificação de um ativo financeiro baseado em Redes Neurais**. 2011

PINHEIRO, Juliano Lima. **Mercado de capitais: fundamentos e técnicas**. 5ed. São Paulo: Atlas 2009

PROCIANOY, Jairo Laser. **O processo sucessório e a abertura de capital nas empresas brasileiras: objetivos conflitantes**. São Paulo, 1994

REBELATTO, D. **Projeto de investimento**. Manole Ltda., 2004.

RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Inteligência Artificial**. Makron Books, 1993

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 2a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004

SANTOS, Edno Oliveira dos. **Administração Financeira da Pequena e Média empresa**. São Paulo: Atlas, 2001.

SCOTTI, Ricardo Jefferson. **Finanças Comportamentais no Brasil**. São Paulo, FAAP, 2007.

SILVA, José Pereira da. **Análise Financeira das Empresas**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SILVA, Juliana Mendes N. **Redes Neurais Artificiais: Rede Hopfield e Redes Estocáticas**. Niterói, 2003

VIEIRA, R. S.; THOMÉ, A. C. G. **Avaliação de Redes Neurais Aplicadas à Previsão de Índices de Mercados de Ações**. 2000